COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JUIN 1856.

PRÉSIDENCE DE M. IS. GEOFFROY-SAINT-HILAIRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la représentation des nombres entiers par la forme quadratique* $x^2 + ay^2 + bz^2 + abt^2$. Note de **M. Liouville**.

« La forme quadratique à quatre indéterminées,

$$x^2 + ay^2 + bz^2 + abt^2,$$

jouit, comme on sait, de la propriété de se reproduire par la multiplication, aussi bien que la somme de quatre carrés qui n'en est qu'un cas particulier. Si l'on veut que cette forme, où nous supposerons a et b entiers et positifs, a étant au plus égal à b, représente *tous* les nombres 1, 2, 3, 4, etc., sept cas seulement seront possibles, savoir ceux de $a = 1$ et $b = 1$, 2 ou 3, et de $a = 2$, $b = 2, 3, 4$ ou 5. Les nombres 2 et 3 empêchent d'aller plus loin; l'un d'eux au moins cesserait d'être exprimable par la forme indiquée, si l'on prenait pour a ou b des valeurs plus grandes. Le premier cas ($a = 1$, $b = 1$) répond au théorème sur la décomposition des nombres en quatre carrés au plus que Lagrange a démontré dans les *Mémoires de l'Académie de Berlin* pour 1770. Le cinquième (celui de $a = 2$, $b = 3$), qui répond au théorème tiré d'abord par Jacobi de la théorie des fonctions elliptiques, que tout nombre M est de la forme

$$x^2 + 2y^2 + 3z^2 + 6t^2,$$

se ramène au premier et *vice versâ,* ainsi que je l'ai fait voir ailleurs (*). On peut en dire autant du deuxième, du quatrième et du sixième : la déduction est même plus facile encore. Pour traiter le troisième cas et prouver que l'équation

$$M = x^2 + y^2 + 3z^2 + 3t^2$$

est toujours possible, on pourra se servir, pour ainsi dire sans y rien changer, de la méthode même que Lagrange donne pour le premier cas dans le Mémoire cité plus haut. Cette méthode un peu modifiée fournirait aussi une démonstration directe du théorème de Jacobi : elle s'appliquerait également au deuxième, au quatrième et au sixième cas. Mais le septième et dernier cas lui échappe : j'ai pu seulement en conclure que tout nombre ou son double est de la forme

$$x^2 + 2y^2 + 5z^2 + 10t^2.$$

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Expression remarquable de la quantité qui, dans le mouvement d'un système de points matériels à liaisons quelconques, est un minimum en vertu du principe de la moindre action.* Note de **M. Liouville.**

« Le principe de la moindre action n'est applicable que dans les systèmes où l'intégrale des forces vives a lieu. Soient donc $m, m', m'', \ldots$ les masses des points matériels qui forment un système donné remplissant cette condition, $v, v', v'', \ldots$ leurs vitesses, $\sum mv^2$ la force vive totale, et U la fonction des forces. L'intégrale des forces vives pourra s'écrire

$$\sum mv^2 = 2(U + K),$$

K étant une constante qui dépend de la force vive initiale. Nous supposons cette constante déterminée, et nous suivons le système depuis son départ d'une certaine position (1) jusqu'à son arrivée à une autre position (2). Dans la position (1) la force vive est connue par hypothèse, et dès lors dans la position (2), comme dans toutes les autres, elle peut se calculer au moyen de la fonction des forces.

» Soit ds l'élément décrit pendant l'instant infiniment petit dt par le

(*) *Journal de Mathématiques*, cahier d'avril 1845, page 169.

point matériel m. On aura

$$v = \frac{ds}{dt}.$$

Substituant cette valeur dans l'intégrale des forces vives, on en tirera ensuite

$$dt = \sqrt{\frac{\Sigma\, m ds^2}{2(\mathrm{U}+\mathrm{K})}},$$

ce qui permettra d'éliminer partout où on le jugera convenable l'élément dt du temps.

» La quantité que l'on considère dans le principe de la moindre action est l'intégrale, prise depuis la position (1) jusqu'à la position (2), de la somme des produits $mvds$ de la quantité de mouvement de chaque point matériel par l'élément ds qu'il décrit pendant chaque instant dt sur sa trajectoire. C'est donc

$$\int \sum mvds,$$

ou

$$\int dt \sum mv^2$$

en remplaçant ds par vdt. Mais pour se faire une idée vraiment nette du principe dont nous parlons, il faut remplacer $\sum mv^2$ et dt par leurs valeurs ci-dessus. On a de cette manière

$$dt \sum mv^2 = \sqrt{2(\mathrm{U}+\mathrm{K}) \sum mds^2};$$

et c'est l'intégrale de cette dernière quantité

$$\sqrt{2(\mathrm{U}+\mathrm{K}) \sum mds^2}$$

que le principe de la moindre action concerne proprement. Il faut comparer la valeur qu'elle prend dans le mouvement réel qui transporte le système de la position (1) à la position (2) aux valeurs qu'elle pourrait prendre dans tout autre mouvement fictif propre à effectuer ce même transport. Imaginons qu'on ait exprimé les coordonnées des divers points du système au moyen d'un certain nombre de variables indépendantes α, $\beta, \ldots$, γ, de manière à vérifier les équations de condition fournies par les liaisons : α, $\beta, \ldots$, γ varieront ensemble dans le passage, tel qu'il s'opère en effet, de la position (1) pour laquelle on a

$$\alpha = \alpha_1, \quad \beta = \beta_1, \ldots, \quad \gamma = \gamma_1,$$

à la position (2) pour laquelle

$$\alpha = \alpha_2, \quad \beta = \beta_2, \ldots, \quad \gamma = \gamma_2.$$

On pourra regarder ces quantités comme des fonctions de l'une d'elles α, en sorte que

$$\beta = \mathrm{f}(\alpha), \ldots, \quad \gamma = f(\alpha).$$

Les fonctions f,..., f dépendent, je le répète, de la loi du mouvement qui s'exécute; elles sont parfaitement déterminées. En mettant pour $\beta, \ldots, \gamma$ leurs valeurs en α dans la quantité

$$\sqrt{2(\mathrm{U}+\mathrm{K})\sum m ds^2},$$

cette quantité prendra la forme

$$\lambda(\alpha)\, d\alpha,$$

et son intégrale sera

$$\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \lambda(\alpha)\, d\alpha.$$

» Maintenant, dans cette même quantité

$$\sqrt{2(\mathrm{U}+\mathrm{K})\sum m ds^2},$$

faisons

$$\beta = \varphi(\alpha), \ldots, \quad \gamma = \psi(\alpha),$$

les fonctions $\varphi, \ldots, \psi$ donnant toujours $\beta = \beta_1, \ldots, \gamma = \gamma_1$ pour $\alpha = \alpha_1$, et $\beta = \beta_2, \ldots, \gamma = \gamma_2$ pour $\alpha = \alpha_2$, mais étant d'ailleurs différentes de f,..., f, et répondant par conséquent, non plus au mouvement réel, mais à un mouvement fictif, entre les mêmes positions extrêmes. Nous aurons une autre différentielle

$$\varpi(\alpha)\, d\alpha$$

et une autre intégrale

$$\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \varpi(\alpha)\, d\alpha.$$

» Or le principe de la moindre action consiste en ce que l'intégrale

$$\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \lambda(\alpha)\, d\alpha$$

est moindre que toutes les autres

$$\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \varpi(\alpha)\, d\alpha;$$

ou plutôt, il consiste en ce que c'est pour $\beta = \mathrm{f}(\alpha),\ldots,\ \gamma = f(\alpha)$ que l'intégrale de

$$\sqrt{2(\mathrm{U}+\mathrm{K})\sum m ds^2},$$

prise de la position (1) à la position (2), a une variation nulle, les variations provenant du changement des fonctions par lesquelles on exprime arbitrairement $\beta,\ldots,\ \gamma$ en fonction de α dans l'intervalle indiqué.

» Cela posé, je me propose de mettre la quantité

$$2(\mathrm{U}+\mathrm{K})\sum m ds^2,$$

dont la racine carrée figure dans l'énoncé précédent, sous une forme remarquable de laquelle naîtront des conséquences intéressantes et des théorèmes nouveaux.

» Les coordonnées des points $m,\ m',\ m'',\ldots$ du système étant exprimées au moyen des variables indépendantes $\alpha,\ \beta,\ldots,\ \gamma$, il est clair que

$$\sum m ds^2$$

est une fonction homogène du second degré des différentielles $d\alpha,\ d\beta,\ldots,\ d\gamma$. Représentons donc sa valeur par

$$\mathrm{E}d\alpha^2 + 2\mathrm{F}d\alpha d\beta + \mathrm{G}d\beta^2 + 2\mathrm{H}d\alpha d\gamma + \ldots$$

Comme elle est essentiellement positive, on pourra la mettre sous la forme d'une somme de carrés :

$$(\mathrm{P}d\alpha + \mathrm{Q}d\beta + \ldots + \mathrm{R}d\gamma)^2 + (\mathrm{P}'d\alpha + \mathrm{Q}'d\beta + \ldots + \mathrm{R}'d\gamma)^2 + \ldots,$$

P, Q, etc., étant comme E, F, etc., des fonctions de $\alpha,\ \beta,\ldots,\ \gamma$.

» Désignons par $p,\ q,\ldots,\ r,\ p',\ q',\ldots,\ r'$, etc., d'autres fonctions de α, $\beta,\ldots,\ \gamma$ liées à P, Q, etc., au moyen d'équations de deux formes distinctes, les unes à lettres semblables,

$$\begin{aligned} \mathrm{P}p + \mathrm{P}'p' + \ldots &= 1, \\ \mathrm{Q}q + \mathrm{Q}'q' + \ldots &= 1, \\ &\ldots\ldots \\ \mathrm{R}r + \mathrm{R}'r' + \ldots &= 1, \end{aligned}$$

ayant pour second membre l'unité, et les autres à lettres dissem-

blables,

$$Pq + P'q' + \ldots = 0,$$
$$Pr + P'r' + \ldots = 0,$$
$$Qp + Q'p' + \ldots = 0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

dont le second membre est zéro. On peut toujours satisfaire à ces équations, dont on verra plus bas l'origine.

» Posons

$$P d\alpha + Q d\beta + \ldots + R d\gamma = l,$$
$$P' d\alpha + Q' d\beta + \ldots + R' d\gamma = l',$$
$$P'' d\alpha + Q'' d\beta + \ldots + R'' d\gamma = l'',$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

et

$$p\frac{d\theta}{d\alpha} + q\frac{d\theta}{d\beta} + \ldots + r\frac{d\theta}{d\gamma} = n,$$
$$p'\frac{d\theta}{d\alpha} + q'\frac{d\theta}{d\beta} + \ldots + r'\frac{d\theta}{d\gamma} = n',$$
$$p''\frac{d\theta}{d\alpha} + q''\frac{d\theta}{d\beta} + \ldots + r''\frac{d\theta}{d\gamma} = n'',$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

θ désignant une fonction de $\alpha, \beta, \ldots, \gamma$. D'après la manière dont nous avons pris les coefficients $p, q, \ldots, r, p', q', \ldots, r', \ldots$, on aura

$$nl + n'l' + n''l'' + \ldots = d\theta,$$

et c'est en exprimant que le premier membre égale identiquement le second membre développé

$$\frac{d\theta}{d\alpha}d\alpha + \frac{d\theta}{d\beta}d\beta + \ldots,$$

qu'on obtient entre $p, q, \ldots$ et $P, Q, \ldots$ les relations admises plus haut.

» Actuellement prenons pour θ une solution *complète* de l'équation aux différences partielles

$$\left(p\frac{d\theta}{d\alpha} + q\frac{d\theta}{d\beta} + \ldots + r\frac{d\theta}{d\gamma}\right)^2 + \left(p'\frac{d\theta}{d\alpha} + q'\frac{d\theta}{d\beta} + \ldots + r'\frac{d\theta}{d\gamma}\right)^2 + \ldots = 2(U+K),$$

c'est-à-dire de l'équation

$$n^2 + n'^2 + n''^2 + \ldots = 2(U + K).$$

Cela étant, et puisque déjà l'on a

$$\sum mds^2 = l^2 + l'^2 + l''^2 + \ldots,$$

le produit

$$2(U + K)\sum mds^2$$

deviendra

$$(n^2 + n'^2 + n''^2 + \ldots)(l^2 + l'^2 + l''^2 + \ldots),$$

par suite

$$(nl + n'l' + n''l'' + \ldots)^2 + (nl' - ln')^2 + (nl'' - ln'')^2 + (n'l'' - l'n'')^2 + \ldots,$$

ou enfin

$$(d\theta)^2 + (nl' - ln')^2 + (nl'' - ln'') + (n'l'' - l'n'')^2 + \ldots.$$

» Les carrés qui viennent après $(d\theta)^2$ s'annulent tous si l'on pose

$$\frac{l}{n} = \frac{l'}{n'} = \frac{l''}{n''} = \ldots.$$

D'après les valeurs de $l, l', l'', \ldots, n, n', n'', \ldots,$ les équations que je viens d'écrire sont des équations différentielles du premier ordre qui donneraient par l'intégration les valeurs de $\alpha, \beta, \ldots, \gamma$ en fonction de l'une de ces variables, α par exemple. *Or si vous les joignez à l'intégrale des forces vives, vous aurez précisément ce que M. Hamilton nomme les intégrales intermédiaires des équations différentielles du second ordre, que la mécanique analytique fournit pour le mouvement du système de points matériels dont nous nous occupons.* Nos équations du *premier ordre* ne sont qu'en même nombre que ces équations du *second ordre* : aussi contiennent-elles, outre la constante K, les constantes arbitraires A, B, etc., que θ doit renfermer pour fournir une solution complète de l'équation aux différences partielles

$$\left(p\frac{d\theta}{d\alpha} + q\frac{d\theta}{d\beta} + \ldots + r\frac{d\theta}{d\gamma}\right)^2 + \ldots = 2(U + K).$$

En les différentiant, et éliminant les constantes K, A, B, etc., on retrouverait les équations du second ordre, telles que Lagrange les a données. C'est ce qu'on pourrait vérifier sans peine; mais il est plus simple encore d'établir directement nos équations du premier ordre par le principe même de la moindre action, en profitant de la forme commode que nous venons de donner à l'expression de la quantité

$$\sqrt{2(U + K)\sum mds^2},$$

dont l'intégrale doit être un minimum, ou plutôt doit avoir une variation nulle en vertu de ce principe.

» On fera qu'il en soit ainsi, en posant les équations

$$\frac{l}{n} = \frac{l'}{n'} = \frac{l''}{n''} = \ldots,$$

parce que $d\theta$ étant une différentielle exacte, la variation de son intégrale entre des limites fixes est égale à zéro. On n'a du reste aucun besoin de recourir ici aux règles du calcul des variations, et tout peut s'obtenir *sans calcul*, par un raisonnement facile qui s'offre de lui-même. Toutefois, pour être entièrement clair et rigoureux, il faudrait entrer à ce sujet dans quelques explications. Mais, dans le désir d'abréger, j'abandonne pour le moment ces détails à la sagacité du lecteur. J'y reviendrai dans une autre occasion. J'ajoute seulement que les conditions exigées aux limites, savoir que

$$\beta = \beta_1, \ldots, \ \gamma = \gamma_1 \ \text{pour} \ \alpha = \alpha_1, \ \text{et} \ \beta = \beta_2, \ldots, \ \gamma = \gamma_2 \ \text{pour} \ \alpha = \alpha_2,$$

seront remplies en disposant pour cela des constantes arbitraires introduites par l'intégration des équations différentielles

$$\frac{l}{n} = \frac{l'}{n'} = \frac{l''}{n''} = \ldots,$$

et des constantes A, B,..., que la fonction θ contient, comme nous l'avons déjà remarqué.

» Un théorème de Jacobi permet de passer aisément des intégrales *intermédiaires* d'un problème de dynamique aux intégrales finales entre les seules variables α, β, ..., γ. Je me borne à écrire ces intégrales finales, qui sont

$$\frac{d\theta}{dA} = A', \qquad \frac{d\theta}{dB} = B', \qquad \text{etc.}$$

Pour déterminer α, β,..., γ en fonction de t, on y joindra l'intégrale des forces vives qui donne dt, et par suite t, au moyen d'une quadrature, quand on a exprimé β,..., γ en α. C'est ainsi qu'il faudra nécessairement opérer, si la fonction θ n'a été obtenue que pour une valeur donnée de K. Mais si K reste dans θ sous forme algébrique, on obtiendra t au moyen de la dérivée partielle de θ par rapport à K.

» En voilà assez sur ce sujet. Au fond je ne me proposais qu'un seul but, et il est atteint : je voulais appeler l'attention des géomètres sur l'expression curieuse

$$(d\theta)^2 + (nl' - ln')^2 + \ldots,$$

que j'ai trouvée pour le produit

$$2(U + K) \sum mds^2,$$

et qui rendant, pour ainsi dire, intuitives les propriétés de l'intégrale à laquelle le principe de la moindre action se rapporte, ouvre les voies à une étude plus approfondie. On comprendra aisément qu'on peut en tirer un théorème nouveau de *minimum* concernant la quantité

$$2(\mathrm{U}+\mathrm{K})\sum mds^2,$$

si, partant d'une position $(\alpha, \beta,\ldots, \gamma)$ pour aller à une autre position infiniment voisine, et prenant $d\theta$ constante, on veut rendre l'expression citée la plus petite possible; les valeurs de $d\alpha$, $d\beta$,..., $d\gamma$ propres au minimum seront évidemment fournies par les équations de la Dynamique

$$\frac{l}{n}=\frac{l'}{n'}=\frac{l''}{n''}=\ldots,$$

et par celle qui exprime que $d\theta$ a la valeur assignée; de même, si l'on se donnait la somme

$$(d\theta)^2+(nl'-ln')^2+\ldots,$$

c'est encore aux équations

$$\frac{l}{n}=\frac{l'}{n'}=\frac{l''}{n''}=\ldots$$

qu'il faudrait recourir pour rendre $d\theta$ un maximum.

» J'ai développé longuement cette théorie dans mon cours au Collége de France (année scolaire 1852-1853). Mais elle m'était connue, et je l'avais communiquée à plusieurs de mes amis longtemps avant cette époque. L'idée d'introduire la fonction θ pour exprimer

$$2(\mathrm{U}+\mathrm{K})\sum mds^2$$

par une somme de carrés dont le premier terme soit le carré d'une différentielle exacte, m'est venue en lisant (en 1847) un Mémoire manuscrit de M. Schlaefli (*), professeur à l'université de Berne, où ce géomètre distingué donnait une forme semblable au carré de l'élément de longueur d'une ligne géodésique sur l'ellipsoïde. Je suis heureux de reconnaître ce que je dois à M. Schlaefli et de rendre hommage à son haut mérite. Toute-

---

(*) *Voir* un extrait de ce Mémoire, *Comptes rendus*, tome XXV, page 391. *Voir* aussi le Journal de *Crelle*, tome XLIII, page 23.

fois sa méthode est fort différente de la mienne, et moins générale. Je ne sache pas, en effet, que M. Schlaefli ait jamais songé à se servir de la fonction θ et de l'équation aux différences partielles qu'elle vérifie. Cette fonction, dont l'importance est connue aujourd'hui de tous les géomètres, grâce aux travaux de M. Hamilton et de Jacobi, joue au contraire dans ma méthode le plus grand rôle. »

MATHÉMATIQUES. — *Observations au sujet de l'écrit intitulé :* Note sur la théorie des parallèles, *lu par* M. Vincent, *dans la dernière séance de l'Académie, et inséré dans le* Compte rendu *de la séance; par* **M. Chasles.**

« Je regrette beaucoup d'avoir à exprimer ici l'étonnement et le sentiment pénible que m'a causé la lecture de cet écrit. J'aurais cru naturellement que l'auteur l'aurait supprimé, d'après le conseil très-positif que lui en avait donné, après la séance, le juge si éminemment compétent dans ces matières, notre illustre confrère M. Poinsot, ou du moins qu'il aurait pu s'abstenir des réflexions qui accusent le jugement de ceux qui ont cultivé les sciences mathématiques jusqu'à ce jour, réflexions qui tendraient à jeter du doute sur les principes mêmes qui leur servent de bases.

» Sans parler du raisonnement proposé comme levant la difficulté inhérente à la théorie des parallèles, raisonnement qui probablement n'a pas plus d'avenir que beaucoup d'autres tentatives semblables qui ont toujours échoué, je relèverai seulement la censure que notre confrère s'est cru en droit de prononcer contre les géomètres anciens et modernes qui, jusqu'à ce jour, auraient entouré la science de formes sophistiques, se faisant illusion sur la véritable logique qui lui convient, et sur la rigueur et l'efficacité de certains procédés de démonstration dont ils ont fait usage.

» On pensera sans doute que, dans tous les temps, il n'a guère appartenu qu'aux *géomètres* eux-mêmes (et il faut entendre par ce mot ceux qui ont cultivé la science à fond et l'ont enrichie de vérités nouvelles), d'apprécier les premières notions et les principes qui l'ont constituée à l'état de véritable science, et en ont fait le plus sûr auxiliaire de l'esprit humain. »

« Après cette lecture, **M. Poinsot** prend la parole et déclare qu'il approuve les observations présentées par *M. Chasles*. Il s'élève alors à des considérations plus générales, et, développant en peu de mots sa pensée, s'attache à bien marquer le vrai caractère de la géométrie et de toute la science mathématique. »

« A la suite de cette discussion, **M. Le Verrier** déclare qu'ayant été chargé, il y a plusieurs mois, d'examiner le livre de géométrie qui a donné lieu au débat actuel, il n'avait point été d'avis que les principes sur lesquels il repose, pussent être recommandés aux professeurs des établissements d'instruction publique. »

Réponse de M. Vincent.

« Je regrette beaucoup l'incident auquel j'ai donné lieu. En traitant une question de méthode, je n'avais aucune intention d'incriminer qui que ce soit; et la date du travail que j'ai cité (1824 *) me justifie surabondamment de la pensée que M. Chasles (dont personne plus que moi n'estime les belles recherches) a dû me supposer pour parler comme il l'a fait au sujet de ma communication.

» Derechef je demande pardon à l'Académie d'être venu l'occuper d'un sujet qui est, je le reconnais, peu en rapport avec ses travaux habituels. Mon excuse est dans les graves questions soulevées par la révision du programme des études mathématiques, sur lequel des personnes fort bien placées pour le savoir m'avaient induit à penser que l'Académie pouvait se trouver appelée à prononcer; et cette assertion était assez conforme à la haute position de l'Académie et à sa dignité, pour être acceptable.

» L'idée de l'angle et celle du parallélisme sont certainement plus complexes que celle de la droite isolée; aussi, depuis Euclide le père de la science, a-t-on eu constamment recours à un *postulatum* pour en établir la théorie. L'idée si simple de la rotation, qui a déjà fourni en mécanique à la doctrine des couples une base aussi solide qu'ingénieuse, nous a paru avoir le même avantage en géométrie pour la théorie précitée; et nous la maintenons comme préférable à toutes celles qui ont pu être proposées pour le même but, et qui ont été plus ou moins justement critiquées. Libre à chacun d'être d'un avis différent, même à ceux dont nous avons cru ne faire que partager les idées.

» On nous avertit que nous ne sommes pas les premiers à entrer dans cette voie; nous en accueillerons la preuve avec une véritable satisfaction, car ce n'est point une découverte que nous avons eu la prétention d'apporter à l'Académie. Une simple notion empruntée au domaine du sens commun

---

* Voyez aussi dans les *Mémoires de Lille* pour 1832 : *Recherches sur l'analyse des fonctions exponentielles et logarithmiques.*

était à la portée de tout le monde; l'habitude de procéder différemment pourra seule en retarder l'adoption. Au reste, la question, n'ayant pu être ici discutée à fond, ne sera suffisamment éclaircie que par le livre où sont exposées nos méthodes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mémoire sur les alluvions des fleuves dans le bassin de la Méditerranée et notamment sur les atterrissements du Rhône; par* M. **Texier**. (Extrait par l'auteur.)

« Des trois périodes de la formation du globe signalées par les géologues, la période plutonienne, la période neptunienne et la période diluvienne, le deux premières ne se manifestent plus par des phénomènes actuels; la seconde a pris fin du moment que les bassins actuels des mers se sont constitués, et l'auteur regarde comme un fait acquis en géologie le synchronisme des bassins actuels. Ainsi le Bosphore, les Dardanelles, le détroit de Gibraltar appartiennent à la période géologique qui a vu former les continents. Mais les côtes maritimes sont toujours soumises à la loi des atterrissements; c'est l'étude des alluvions fluviales du bassin de la Méditerranée qui fait l'objet de ce Mémoire.

» Après avoir examiné le régime de l'Euphrate et du Tigre, et décrit les travaux faits par les anciens peuples pour se mettre à l'abri des inondations, l'auteur s'exprime ainsi au sujet du Nil :

» Outre le Delta qu'il a formé et dont l'étendue s'accroît chaque année, le Nil a accumulé tous les bancs sous-marins qui s'étendent jusqu'à Alexandrie. Cinq de ses embouchures sont aujourd'hui comblées au point qu'on en cherche en vain la trace positive. Les sables charriés par le Nil se déposent à son embouchure et forment une barre qui s'accroît au point d'obstruer l'entrée du fleuve. Les mariniers du Nil ont une expression pour désigner cet état de choses; ils disent : Il y a *boghaz* (canal) quand on peut passer, ou : Il n'y a pas *boghaz*. Dans d'autres moments, sous l'influence de certains vents et de certains courants, la barre est en partie enlevée et le canal est praticable.

» Pour se mettre à l'abri des inondations trop fortes, les Égyptiens avaient creusé le lac Mœris qui avait une étendue immense et qui recevait l'excédant des eaux du fleuve.

» La ville d'Hippone-Regius, à laquelle a succédé la ville de Bône en Algérie, avait autrefois un vaste port; mais les atterrissements formés par la rivière la Seibouse ont non-seulement comblé ce port, mais formé la

plaine de Bône qui, selon toute apparence, n'existait pas dans l'antiquité.

» L'auteur signale ensuite les atterrissements qui ont formé la plaine de la Métidja, près d'Alger, et réuni au continent le massif du Sahel qui, à une époque reculée, formait une île. Il donne pour preuve un phénomène analogue qui s'accomplit à La Calle.

» L'auteur décrit en détail les alluvions qu'il a observées sur les côtes d'Asie, et signale en même temps les magnifiques ports de Marmarice, Macri, Antiphilo, etc., qui ne sont pas ensablés.

» La côte d'Afrique était, dans le principe, aussi échancrée que la côte d'Asie; mais sous l'influence des vents du nord, régnant pendant huit mois de l'année, les alluvions ont pris sur la côte d'Afrique un développement tel, que tous les ports, golfes ou criques qui recevaient des cours d'eau ont été comblés.

» L'auteur décrit les mouvements des terres qui ont changé la physionomie des côtes dans certaines provinces d'Asie.

» Il cite des ports comblés, et il ajoute : L'Hermus charrie dans le golfe de Smyrne une telle quantité de limon, que, si l'on ne fait pas de travaux pour s'y opposer, le golfe de Smyrne sera ensablé avant peu d'années. Les côtes d'Italie sont ensuite l'objet d'un examen détaillé. L'auteur établit qu'à l'embouchure du Tibre, en 1750 années, les terres d'alluvion se sont étendues dans une profondeur de 1730 mètres.

» Le régime du Rhône est ensuite soumis à un examen non moins minutieux.

» Il est établi que des auteurs anciens ont compté cinq embouchures du Rhône, puis trois, puis deux.

» Par sa nature torrentueuse, le Rhône doit être rangé dans la classe des fleuves dont le lit est sujet à s'exhausser; recevant l'eau provenant de la fonte des neiges, les grandes crues ont toujours lieu pendant l'été.

» Les terrains qu'il parcourt, composés de cailloux roulés, sont d'une désagrégation facile, les terres sont portées à l'embouchure, où elles se déposent sous forme de barre, les galets restent dans le lit du fleuve qu'ils tendent à exhausser.

» Les anciens ont parfaitement connu ce régime, et ont fait de grands travaux pour y remédier.

» Les villes anciennes, notamment Lyon, Vienne, Avignon, etc., étaient bâties sur des hauteurs, et à l'abri des inondations; ce n'est que dans le moyen âge que les habitants sont descendus dans la presqu'île. Les travaux de Perrache, en prenant les terrains du lit du Rhône, ont commencé à rendre le

danger des inondations plus grand; les ponts et les viaducs qu'on a jetés sur le fleuve, depuis vingt-cinq ans, en arrêtant les galets tendent à exhausser le lit du fleuve.

» Le moyen de parer à cet inconvénient serait, selon l'auteur, d'enlever, au moyen de dragues, la barre du Rhône, et de creuser le lit du fleuve; les terres enlevées serviraient à faire des levées sur ses rives. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de l'examen des pièces admises au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon.

MM. Rayer, Velpeau, Andral, J. Cloquet, Cl. Bernard, Jobert (de Lamballe), Duméril et Flourens réunissent la majorité des suffrages.

MEMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Recherches sur le dégagement de l'électricité dans les piles voltaïques.* Première partie : *Force électromotrice; par* **M. E. Becquerel.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Pouillet, Despretz.)

« Depuis la découverte de la pile, il y a peu de sujets qui aient plus attiré l'attention des physiciens que celui qui est relatif au dégagement de l'électricité lorsque deux corps sont en présence et peuvent réagir chimiquement l'un sur l'autre; mais, malgré les travaux importants publiés sur cette question, principalement en ce qui concerne la force électromotrice, il y a beaucoup de points qui ne sont pas encore éclaircis.

» D'après la théorie actuelle de la pile voltaïque, il y a deux sortes d'éléments à prendre en considération dans l'étude des effets produits : 1° la force électromotrice ou la force en vertu de laquelle la production de l'électricité a lieu dans chaque couple; elle résulte en général de plusieurs réactions donnant lieu, chacune séparément, à un dégagement d'électricité; 2° la résistance à la conductibilité qui suit des lois régulières, dépend de la nature, de l'état physique et des dimensions des conducteurs, et qui paraît indépendante de l'intensité du courant électrique et des réactions produites

dans l'intérieur de la pile, pourvu que la composition et la température des liquides ne varient pas.

» J'ai dû étudier séparément ces deux sortes d'éléments, et le travail dont j'ai l'honneur de communiquer l'extrait à l'Académie est uniquement relatif à l'examen de la force électromotrice; il forme la première partie des recherches que j'ai entreprises sur le dégagement de l'électricité dans les piles voltaïques.

» Après avoir étudié les différentes méthodes proposées jusqu'ici pour comparer les forces électromotrices des piles, il a été facile de reconnaître qu'elles ne pouvaient permettre d'analyser complétement les phénomènes, soit parce que la force électromotrice n'était pas la seule variable donnant lieu aux résultats observés directement, soit parce que l'unité de comparaison n'était pas suffisamment fixe, soit enfin parce que l'on ne pouvait évaluer l'influence de la polarisation électrique qui se présente souvent sur les électrodes des couples. Je me suis alors arrêté à un procédé d'expérimentation auquel ces objections ne peuvent être adressées et conduisant rapidement, et d'une manière précise, à la comparaison des forces électromotrices. Ce procédé est fondé sur l'emploi de la balance électromagnétique imaginée par mon père, et qui permet de rapporter les actions des courants aux effets de la pesanteur; les résultats obtenus de cette manière donnent directement la mesure des forces électromotrices comprises entre des limites très-éloignées de l'échelle des intensités électriques, puisque les effets sont toujours proportionnels aux poids nécessaires pour ramener le fléau de la balance à la même position d'équilibre, et que l'on peut comparer directement l'action exercée par une pile thermo-électrique, et celle que produit une pile de Bunsen de cinquante à soixante éléments.

» Les phénomènes de polarisation électrique qui jouent un rôle si important dans les effets de décomposition électrochimique, ont été examinés d'abord avec détail; ils sont cause, comme on le sait, de la diminution rapide dans l'intensité des courants des couples simples, tels que ceux de Volta et de Wollaston; en les détruisant, on forme les piles à courant constant. On a trouvé, par l'application de la méthode décrite plus haut, que la force électromotrice résultant du transport électrochimique d'une couche gazeuse sur des lames métalliques, peut acquérir une valeur assez forte (jusqu'à deux éléments d'une pile à acide nitrique), mais qu'elle dépend, non-seulement de la nature de l'élément transporté, mais encore de la nature et des dimensions des lames sur lesquelles les couches gazeuses se déposent, et

de l'intensité du courant électrique qui traverse le liquide sur lequel on opère.

» Ainsi, le courant secondaire inverse qui se manifeste dans un voltamètre à eau, dont les lames sont en or ou en platine, après le passage d'un courant initial d'une intensité déterminée, varie avec cette intensité ; en général, plus le courant électrique est intense, plus l'effet de la polarisation est énergique. Si l'on examine séparément les effets dus à la présence de l'hydrogène et de l'oxygène, on trouve qu'avec l'oxygène ils sont très-variables, tandis qu'avec l'hydrogène ils sont compris dans des limites plus restreintes.

» A intensité électrique égale, les métaux se polarisent différemment, et quand on opère avec des lames à surface polie et avec l'hydrogène, c'est l'or qui offre les effets les plus marqués, et le zinc qui donne l'action la moins énergique.

» Le chlore présente, comme l'oxygène et l'hydrogène, des effets de polarisation, mais à un plus faible degré. D'autres corps transportés électrochimiquement à la surface des lames métalliques, offrent des réactions analogues.

» En examinant l'influence de la chaleur sur la puissance électromotrice de différents métaux, on a reconnu que la faible augmentation observée quand la température varie de 0 à 100 degrés, tient plutôt aux changements qui ont lieu dans les dissolutions salines en contact, qu'au changement dans la force électromotrice produite dans la réaction exercée sur le métal.

» L'action des liquides entre eux exerce sur le dégagement de l'électricité, une influence plus grande qu'on ne le suppose habituellement, malgré les recherches déjà publiées sur ce sujet, et dans les piles à deux liquides, l'effet qui en résulte forme une partie notable de l'action totale observée. Le procédé d'expérimentation employé dans ces recherches a permis d'évaluer cette action dans toutes les circonstances, et indépendamment de la polarisation électrique des lames métalliques ; on a trouvé alors des résultats dépendant de la nature des liquides, et qui sont rapportés dans ce Mémoire. Pour se borner à citer quelques exemples, on peut dire qu'avec la pile à acide nitrique et eau acidulée séparée par un vase poreux, l'action des deux dissolutions, l'une sur l'autre, est environ le $\frac{1}{5}$ de celle du couple, et s'ajoute à l'action de l'acide sulfurique sur le zinc ; avec la pile à eau acidulée par l'acide sulfurique et sulfate de cuivre, l'action des liquides au contraire n'est que le $\frac{1}{10}$ de l'action totale, à la température ordinaire, et a lieu en sens inverse de celle qui s'exerce sur le zinc. D'un autre côté, la pile à deux liquides ayant pour dissolution du persulfure de potassium et de l'acide azotique, offre l'exem-

ple d'une pile dans laquelle la nature du métal positif influe peu sur l'intensité électrique du couple, puisque avec le zinc ou le platine dans le sulfure les deux résultats obtenus ne diffèrent environ que de $\frac{1}{5}$; dans ce cas, l'action des liquides entre eux forme donc plus de $\frac{4}{5}$ de l'action totale du couple.

» On doit faire observer toutefois que la force électromotrice due aux réactions, change non-seulement avec la nature et la concentration des liquides en présence, mais encore avec leur température; elle constitue la partie éminemment variable de la force électromotrice des couples, et surtout des couples à deux liquides, nommés couples à courant constant.

» On n'a pas eu égard assez généralement à ces actions, et c'est pour ce motif que la plupart des résultats obtenus par les physiciens qui se sont occupés des phénomènes de polarisation présentent entre eux des différences assez notables.

» D'après ces résultats, et comme cela se déduit des recherches de mon père, il est facile de comprendre comment, à la surface de la terre, les actions mutuelles des dissolutions d'inégale composition qui humectent différents terrains donnent lieu à un dégagement continuel d'électricité, et cela avec une intensité d'action plus considérable qu'on ne saurait le croire.

» On a comparé ensuite dans ce travail les effets électriques dus aux réactions exercées par diverses dissolutions sur les métaux plus ou moins altérables, et sur les amalgames; dans les tableaux d'observations, les résultats sont rapportés à l'effet produit par une dissolution normale sur le zinc pur fondu. On reconnaît aisément, comme cela devait être, que l'action chimique est la cause prédominante du dégagement de l'électricité, puisque toute les fois que l'action chimique est plus vive la force électromotrice est plus grande.

» Les causes productrices du dégagement de l'électricité dans les piles voltaïques ayant été étudiées séparément, on a déterminé les forces électromotrices des couples formés par deux lames de métaux différents plongés dans des liquides également différents, et il a été facile de montrer que l'action totale est la résultante des effets partiels déterminés séparément.

» On sait que, d'après les lois du dégagement de la chaleur par suite du passage de l'électricité dans les circuits fermés, les nombres exprimant les

forces électromotrices devraient être proportionnels à ceux qui représentent les quantités de chaleur dégagée dans les combinaisons chimiques des équivalents des corps; bien que les recherches sur le dégagement de la chaleur ne conduisent pas en général à des nombres proportionnels aux forces électromotrices, cependant on peut remarquer que, relativement à plusieurs métaux, cette proportionnalité existe. Il serait nécessaire de déterminer directement les quantités de chaleur dégagées lors des réactions chimiques produites dans les couples voltaïques eux-mêmes, car dans bien des cas il se manifeste plusieurs réactions donnant lieu à des dégagements de chaleur différents, surtout quand on opère avec des métaux offrant plusieurs degrés d'oxydation. Ce sujet mérite d'autant plus d'être examiné, que les effets dont il s'agit sont relatifs aux causes productrices des agents physiques et chimiques les plus puissants, et qu'ils semblent montrer quelles sont les relations intimes qui existent entre eux.

» La seconde partie de ce travail, que j'aurai l'honneur de présenter dans quelque temps à l'Académie, est relative à la conductibilité des piles voltaïques et à l'intensité des courants électriques que ces appareils peuvent développer quand on fait varier leurs dispositions et leurs dimensions. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

L'Académie reçoit une addition à un Mémoire précédemment présenté au concours pour le grand prix des Sciences physiques. Cette addition contient, avec une partie manuscrite rédigée en latin, une série de planches en couleur exécutées avec le plus grand soin.

(Renvoi à la future Commission.)

L'Académie reçoit également une troisième addition à une Note envoyée au concours pour le grand prix des Sciences mathématiques (question concernant le dernier théorème de Fermat).

(Renvoi à la future Commission.)

L'Académie renvoie à l'examen de la même Commission, mais non comme pièce de concours, un Mémoire adressé par **M. Maris**, professeur de mathématiques à Saint-Dizier, qui, n'ayant pu en terminer la rédaction en temps utile, avait déclaré d'avance que son seul désir était d'obtenir sur ce travail le jugement de l'Académie.

TRAVAUX PUBLICS. — *Canal de l'isthme de Suez.* (Extrait d'une Lettre de M. FERDINAND DE LESSEPS.)

(Commissaires, MM. Cordier, Dupin, Élie de Beaumont, Dufrénoy, Du Petit-Thouars.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Academie des Sciences une série d'échantillons qui proviennent des sondages exécutés dans l'isthme de Suez par ordre de S. A. le vice-roi d'Égypte. Ces sondages avaient pour but de reconnaître la nature des terrains dans lesquels devra être creusé, entre Suez et Péluse, le canal de jonction des deux mers.

» Je joins à cet envoi : 1° un cahier donnant pour chaque forage l'épaisseur des couches traversées et leur niveau relativement à celui de la Méditerranée ; 2° un plan de l'isthme sur lequel est indiquée la position de ces différents forages ; 3° les procès-verbaux des travaux de la Commission internationale d'ingénieurs, où se trouvent (page 25) les résultats de l'exploration qu'elle a faite dans l'isthme entier ; 4° enfin le profil en long du canal projeté de Suez à Péluse.

» Quoique le voyage de la Commission internationale eût surtout pour but de vérifier le tracé du canal maritime entre la mer Rouge et la Méditerranée, j'ai pensé qu'il était bon de ne pas laisser perdre une occasion aussi précieuse pour la science. La géologie de ces pays, si elle n'est pas tout à fait ignorée, est certainement peu connue. Elle paraît cependant curieuse ; et j'espère que les échantillons que je vous transmets contribueront à la faire connaître davantage. Il est assez facile, même dans ces solitudes, de recueillir les matériaux qui sont à la surface du sol, mais la composition du sous-sol est bien moins accessible. Plus tard, quand les travaux du grand canal seront en pleine activité, j'aurai soin que l'on conserve avec vigilance tout ce que les déblais pourront faire découvrir ; mais en attendant, je n'ai pas voulu laisser perdre les renseignements réels qu'on a déjà pu recueillir ; et je désire que cette communication soit de nature à intéresser l'Académie. »

GÉOLOGIE. — *Note sur la constitution géologique de l'isthme de Suez ; par* M. RENAUD, membre de la Commission de l'isthme de Suez.

« L'état physique de l'isthme de Suez est connu. On sait que sa plus grande élévation au-dessus de la Méditerranée n'est pas de plus de 16 mètres, et encore ne présente-t-il cette hauteur que sur une étendue de quel-

ques kilomètres. Entre cette partie élevée et le golfe de Suez, sur la mer Rouge, il présente deux dépressions, l'une d'environ 40 kilomètres de longueur, d'une largeur variant entre 2 et 12 kilomètres, et d'une superficie de 330 000 000 de mètres carrés, connue sous le nom de bassin des lacs amers, et l'autre, le lac Timsah, d'une superficie d'environ 2000 hectares. Le bassin des lacs amers est à sec, mais le lac Timsah a de l'eau qu'y vient verser le Nil, à l'époque de ses grandes crues, par la vallée de l'Ouadée-Toumilah.

» Ces deux bassins sont séparés par un seuil élevé d'environ 11 mètres au-dessus des basses mers de la Méditerranée, et le bassin des lacs amers n'est lui-même séparé du golfe de Péluse que par une élévation d'environ 9 mètres.

» Dans toute l'étendue de l'isthme, qui est d'environ 113 kilomètres, mesurés suivant une ligne droite, joignant la partie la plus septentrionale du golfe de Suez au fond du golfe de Péluse, on ne rencontre à la superficie que des sables, plus ou moins mélangés avec du gravier et plus ou moins stériles.

» En partant de Suez et jusqu'à environ 6 kilomètres de cette ville, les sables sont sans mélange de galet et paraissent avoir été, sinon déposés, au moins étendus par les eaux de la mer. En avançant vers le nord, le gravier se montre peu à peu et devient assez abondant vers la partie la plus élevée du seuil qui sépare la mer Rouge du bassin des lacs amers : mais il ne se trouve à peu près qu'à la surface; on le retrouve encore, mais déjà plus petit, dans le bassin des lacs, et surtout au pourtour de ces bassins où il forme des bourrelets qu'ont laissé autrefois les eaux. Au fur à mesure que l'on avance vers le nord, il devient de plus en plus petit, et disparaît complétement à la hauteur du lac Ballah.

» Le sol est de la stérilité la plus complète dans toute la partie méridionale de l'isthme jusque vers le milieu des lacs amers. Dans l'autre partie, il produit en plus ou moins grande abondance l'espèce de végétation particulière au désert et qui sert de nourriture aux chameaux. Aux abords du lac Timsah, dans les parties desséchées de son lit et dans le lit du canal ouvert autrefois dans la vallée de l'Ouadée-Toumilah, les tamarins croissent en assez grande abondance.

» Les sables présentent partout une grande fixité, excepté en quelques points aux abords du lac Timsah et dans le sud du lac Ballah, où il existe des dunes mobiles. Cette fixité est attestée par les traces encore parfaite-

ment visibles de travaux exécutés avant la domination grecque, par l'état de conservation des digues de l'ancien canal ouvert par les rois égyptiens et recreusé par les califes, enfin par la forme même des ondulations très-allongées que présente le terrain, forme qui diffère essentiellement de celle que le vent donne aux dunes ou sables voyageurs.

» On trouve aussi en quelques points :

» 1°. A la surface du sol, du sulfate de chaux soit en lames, soit en rhomboïdes disséminés, soit en dépôts de 15 à 40 centimètres d'épaisseur, cristallisés en aiguilles ;

» 2°. Sur le seuil compris entre Suez et le bassin des lacs amers, des moellons calcaires dispersés à la surface des sables ;

» 3°. Sur le sommet de quelques monticules de sable, une ou deux couches d'un calcaire ayant toute l'apparence du silex.

» Pour connaître d'une manière aussi certaine que possible les terrains de l'isthme dans lesquels sera creusé le canal de jonction des deux mers, des forages au nombre, de dix-neuf ont été exécutés entre Suez et Péluse et ont été poussés au moins à 8 mètres au-dessous des basses mers de la Méditerranée. La position de ces forages et la nature des terrains constatés sont indiqués sur le profil en long levé sur l'axe du canal et joint à la présente Notice.

» On peut voir que le seuil qui sépare le bassin des lacs amers de la mer Rouge, présente au-dessous du sable des argiles compactes, des argiles sableuses, du sable et du gravier, des argiles feuilletées, etc. Le sondage n° 2 accuse un banc calcaire sur un banc de sable qui se trouve en face de Suez de l'autre côté du port. On a trouvé l'argile marneuse dans le sondage n° 3 ; mais en général les autres argiles font à peine effervescence avec les acides. On retrouve également les argiles dans la première partie du bassin des lacs amers ; ces argiles sont plus ou moins marneuses. Au delà du grand bassin des lacs amers, on ne trouve que des sables, à l'exception du sondage n° 19 qui a accusé des bancs de marne.

» Les terrains de l'isthme appartiennent donc incontestablement à la formation tertiaire qui constitue le sol de toute la basse et la moyenne Égypte, et tout le grand plateau du désert Libyque.

» On trouve dans le bassin des lacs amers des coquilles de l'espèce de celles que produit la mer Rouge ; des Hélices, des Spondilles, des Rochers, mais surtout des Mactra. Ces dernières en tapissent littéralement le fond sur des étendues plus ou moins considérables. Ces coquilles ont-elles con-

tinué à vivre dans ces lacs, après leur entière séparation de la mer Rouge? Cela est peu probable, parce que sous le ciel brûlant de l'Égypte ces lacs ont dû assécher promptement. Il est vrai qu'au temps de Strabon et même très-probablement à l'époque où Hérodote visitait l'Égypte, les lacs amers contenaient de l'eau, mais c'était de l'eau douce qu'y amenait du Nil le canal de jonction de ce fleuve avec la mer Rouge.

» Une question fort controversée est celle de savoir si, à l'époque où les Hébreux fuyaient de l'Égypte, sous la conduite de Moïse, les lacs amers faisaient encore partie de la mer Rouge. Cette dernière hypothèse s'accorderait mieux que l'hypothèse contraire avec le texte des livres sacrés, mais alors il faudrait admettre que depuis l'époque de Moïse (1471 ans avant Jésus-Christ) le seuil de Suez serait sorti des eaux.

» Dans la partie septentrionale du bassin des lacs amers, qui est en même temps la plus profonde, on trouve un dépôt de sel marin qui a été trouvé de $7^{m},50$ d'épaisseur au sondage n° 10. Il repose sur des vases qui paraissent venir du Nil. Ce sel a vraisemblablement été amené par des eaux de source qui l'y ont déposé en s'évaporant. On retrouve également ces sels au sondage n° 9, mais recouverts par une couche de sulfate de chaux cristallisé en très-fines aiguilles.

» Les rivages de la mer ne paraissent pas plus que le sol de l'isthme avoir éprouvé de notables changements depuis les temps les plus reculés. Ainsi dans le golfe qui s'étend au sud et à l'ouest de Suez, le dépôt sableux de soulèvement diffère entièrement d'aspect et de forme de celui que la mer a ajouté au rivage, et ne peut être confondu avec lui. Il contient d'ailleurs une quantité considérable de coquilles qui ne se trouvent pas, même en petite quantité, dans le premier. Ces sables ainsi rapportés par la mer n'ont nulle part, dans tout le développement du golfe, plus de 100 mètres de longueur.

» La stabilité du rivage a été encore plus grande dans le golfe de Péluse. Toute la plaine qui entoure les ruines de cette ville antique est formée d'alluvions du Nil : elle est séparée de la mer par un *lido* ou cordon littoral de sable qu'il est impossible de confondre avec elle. La largeur de ce lido varie de 80 à 120 mètres; comme elle ne pouvait être sensiblement moindre dans les temps anciens pour protéger la plaine moins élevée qui est en arrière, il faut bien en conclure que les choses sont sensiblement aujourd'hui dans l'état où elles étaient autrefois. Cette observation s'applique à toute l'étendue du cordon littoral qui borde le lac Manzaleh. Ainsi se trouvent

vérifiées les conclusions auxquelles est arrivé M. Elie de Beaumont, dans son *Cours de Géologie pratique,* relativement à la stabilité des rives du Delta. »

Ce Mémoire, accompagné des pièces mentionnées dans la Lettre précédente de M. F. de Lesseps, est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Cordier, Dupin, Elie de Beaumont, Dufrénoy et Du Petit-Thouars.

GÉOLOGIE. — *Recherches sur les produits des volcans de l'Italie méridionale ; par* M. Ch. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires précédemmeut nommés.)

« Me disposant à retourner dans l'Italie méridionale pour y poursuivre mes études sur les formations volcaniques de cette contrée, je désire présenter à l'Académie le résumé très-succinct des recherches encore inachevées que j'ai entreprises cet hiver sur les matériaux recueillis dans mes deux premiers voyages.

» Ces recherches ont porté sur deux points principaux.

» Un premier travail, consacré à l'étude des substances gazeuses, et exécuté avec la collaboration de MM. Leblanc et Lewy (1), a eu pour objet l'examen des gaz suivants :

» 1°. Gaz recueillis en mai, juin, septembre et octobre 1855, sur divers points du courant de lave sorti du Vésuve le 1er mai de la même année. Il résulte de nos analyses que le gaz qui accompagne les fumerolles que j'ai appelées *fumerolles sèches,* et qui entraîne uniquement des chlorures alcalins anhydres et une petite quantité de sulfates, est un courant d'air pur ou privé peut-être d'une faible proportion d'oxygène, la teneur de ce dernier gaz ayant varié, dans les diverses prises de gaz, entre 20,1 et 20,6 pour 100. La même conclusion s'applique au gaz qui s'exhalait, en octobre, des portions inférieures de la lave en même temps que le chlorhydrate d'ammoniaque et la vapeur d'eau.

2°. Gaz recueillis en septembre, dans celles des fumerolles du cratère supérieur du Vésuve qui, placées dans la petite plaine centrale, donnaient

(1) Tous les gaz, sans exception, ont été analysés par M. Leblanc et moi, au moyen de l'appareil de M. Doyère ; en outre, pour quelques-uns d'entre eux, mon ami M. Lewy a bien voulu mettre à ma disposition sa grande expérience de l'eudiomètre de M. Regnault.

issue à de la vapeur d'eau, accompagnée de soufre et d'une trace presque imperceptible d'acide sulfhydrique et dont la température variait de 60 à 79 degrés. Deux échantillons de ce gaz ont donné, l'un 3,51, l'autre 9,26 pour 100 d'acide carbonique. Le reste était de l'air sensiblement pur ou privé d'une faible proportion d'oxygène. Ce dernier résultat me paraît offrir quelque intérêt, car c'est la première fois, si je ne me trompe, que l'on a indiqué la présence du gaz acide carbonique au sommet du Vésuve. Il vient, en outre, à l'appui de la classification que j'ai établie, dans mes précédentes communications, entre les divers ordres de fumerolles, qui peuvent, à un moment donné, se localiser en divers points d'un même appareil volcanique en activité. On en peut conclure avec certitude que certaines fumerolles du cratère du Vésuve, en 1855, présentaient une composition analogue à celle que M. Boussingault a signalée dans les cratères des volcans de la Nouvelle-Grenade en 1830, tandis que d'autres étaient riches en acide chlorhydrique, gaz qui, d'après ce savant voyageur, était alors étranger aux émanations des volcans américains.

» 3°. Gaz recueillis, en septembre et octobre, dans celles des fumerolles qui, au sommet de l'Etna et du Vésuve, présentaient un mélange de vapeur d'eau, d'acide chlorhydrique et d'acide sulfureux, s'échappant à de hautes températures (90, 125 et 180 degrés). Ce gaz était uniquement composé d'air atmosphérique, paraissant présenter toujours un léger défaut d'oxygène.

» 4°. Gaz recueillis, en septembre, sur le pourtour supérieur du cône d'éruption de l'Etna en 1852. Ce bord supérieur donnait encore issue, au mois de juin, à d'abondantes fumerolles chlorhydrosulfureuses, à une température de 83 degrés. En septembre, elles se réduisaient à de faibles quantités de vapeur d'eau à 61 degrés, ne réagissant ni sur le papier de tournesol, ni sur l'acétate de plomb, et le gaz qui les accompagnait était aussi de l'air atmosphérique.

» La présence constante de l'air atmosphérique en proportions considérables dans toutes les émanations du sommet, que ces émanations contiennent de l'acide carbonique, du soufre et de l'acide sulfhydrique, ou les acides chlorhydrique et sulfureux, prouvent, ce qu'on pouvait prévoir *à priori*, qu'un dôme fissuré comme celui du Vésuve ou comme celui de l'Etna, et présentant, dans son intérieur ou à sa base, des points incandescents ou au moins doués d'une très-haute température, peut être assimilé à une véritable cheminée d'appel, pour le milieu atmosphérique qui l'entoure. La même conclusion s'applique aux laves rejetées par les volcans.

» 5°. Gaz recueillis, les 5 et 22 octobre, dans le *lago di naftia* ou *lac de Palici,* en Sicile. L'analyse a donné pour ces deux gaz la composition suivante :

	5 octobre.	22 octobre.
Acide carbonique	»	5,00
Oxygène	17,36	15,77
Azote	82,64	79,23
	100,00	100,00

et confirme exactement ce que j'avais annoncé (1) sur la variabilité de composition du gaz de Palici, d'après les recherches faites par moi sur les lieux.

» Dans ce dernier gaz, comme du reste dans tous les précédents, nous avons recherché, M. Leblanc et moi, les gaz combustibles, mais toujours inutilement. Nous nous proposons de soumettre à l'Académie un Mémoire dans lequel seront exposées les méthodes suivies pour l'analyse des gaz, aussi bien que les moyens qui ont été employés pour les recueillir.

» Dans un second travail, j'ai entrepris d'examiner les produits solides de l'éruption de 1855, comparés entre eux et avec les autres matériaux fournis à diverses époques par le Vésuve ou par d'autres bouches volcaniques. Ce travail est encore inachevé, et je n'indiquerai ici que quelques-uns des résultats que j'ai obtenus.

» 1°. J'ai analysé comparativement les deux variétés de laves sorties en 1855, que j'ai distinguées dans mes précédentes communications. Les nombres fournis par l'analyse n'auront un intérêt réel que lorsque les comparaisons dont il s'agit pourront être faites : je me bornerai à citer deux circonstances qui s'y rattachent.

» Des deux variétés de laves, celle sortie la dernière, qui présente une couleur foncée et qui a comme un enduit vitreux, n'agit pas sur l'aiguille aimantée, tandis que l'autre, grise, plus cristalline, est fortement magnétique. Ces deux variétés, quoique à peu près également riches en fer, ne contiennent donc pas ce corps au même état moléculaire.

» Toutes deux m'ont donné une proportion notable d'acide phosphorique : l'une contient 1,4, l'autre 2,2 pour 100 de phosphate de chaux.

» Toutes deux présentent une petite quantité de chlore, dont une partie au moins est à l'état de chlorure soluble et en mélange, pour ainsi dire,

---

(1) Lettre à M. Dumas sur quelques produits d'émanations de la Sicile (*Comptes rendus*, tome XLI, page 887).

moléculaire. Pour en citer un exemple, $6^{gr},77$ de la lave noire subvitreuse, pulvérisés et bouillis avec l'eau distillée, ont donné $0^{gr},022$ de chlorure d'argent, correspondant à $0^{gr},0055$ de chlore ; cette même poudre, soumise quatre fois de nouveau à la porphyrisation et lavée après chacune de ces opérations, a toujours donné une liqueur qui se troublait par le nitrate d'argent. Enfin, $2^{gr},5$ du dernier résidu, chauffés avec le bisulfate de potasse, ont laissé $0^{gr},025$ de chlorure d'argent, ou $0^{gr},006$ de chlore. La lave contenait donc en tout, probablement à deux états différents, un peu plus des trois millièmes de son poids en chlore.

» La présence concomitante, dans ces laves, du chlore et du phosphore, me paraît un fait digne d'intérêt. Elle me semble expliquer l'une des expériences que j'ai faites l'année dernière sur les fumerolles de la lave incandescente, et dont j'ai rendu compte dans ma première Lettre à M. Élie de Beaumont (*Comptes rendus*, t. XL, p. 1228). Ayant exposé à l'action de ces émanations un vase contenant de l'eau de chaux, j'ai obtenu de très-petits cristaux blancs, solubles sans effervescence dans l'acide chlorhydrique, donnant par le chlorure de barium un précipité soluble dans l'acide. Il devient infiniment probable que cette substance, qui était en trop petite quantité pour être analysée, était un phosphate de chaux ou un chlorophosphate de chaux, analogue à celui qui est fixe dans la lave. La petite quantité de fluor décelée aussi dans l'une de mes expériences sur la lave joue vraisemblablement un rôle du même genre. Il s'était sans doute déterminé au contact de la chaux une réaction semblable à celle par laquelle M. Daubrée a reproduit l'apatite dans ses ingénieuses recherches sur la formation des minéraux. La présence du phosphate de chaux, et probablement du chlorophosphate de chaux ou de l'apatite dans les laves, semble un fait presque général. Je l'ai signalée, dès 1845, dans les laves anciennes de Fogo (*Voyage aux Antilles et aux îles de Ténériffe et de Fogo*, t. I). Depuis, le phosphate de chaux a été retrouvé dans les laves de Niedermendig. Enfin, dans quelques expériences récentes, j'en ai reconnu qualitativement l'existence, au moyen du molybdate d'ammoniaque, dans plusieurs produits volcaniques, entre autres dans la roche du Puracé, recueillie par M. Boussingault, et dans la lave rejetée par l'Etna en 1853. Des deux variétés de la lave sortie du Vésuve en 1855, c'est la variété cristalline qui paraît être la plus riche en phosphate.

» J'ai trouvé aussi le chlore, soit en très-petites proportions, soit en quantités assez notables, dans la roche du Puracé, dans une couche amphigénique de la Somma et dans une assise scoriacée de cette dernière montagne,

mais surtout dans la lave rejetée par l'Etna en 1852. Celle-ci en contient les deux millièmes de son poids.

» 2°. J'ai fait quelques recherches pour déterminer la nature du minéral blanc en petites masses arrondies, d'apparence dodécaédrique, mais ne présentant jamais aucune face de cristallisation qui, dans les laves du Vésuve, joue le rôle de feldspath. Je l'ai examiné concurremment dans la lave de 1855 et dans une des plus anciennes laves du Vésuve, qui paraît même avoir été épanchée avant la formation ou du moins avant l'approfondissement du Fosso-Grande dont elle forme en grande partie le bord gauche. La densité des petits fragments du minéral extrait de ces deux laves est 2,48, c'est-à-dire celle de l'amphigène. Le rapport de l'oxygène de l'alumine à celui de la silice est, d'après la moyenne de quatre analyses, 3 : 8,2 ; c'est-à-dire sensiblement le rapport qui caractérise l'amphigène. Mais dans les deux analyses où j'ai dosé les protoxydes, j'ai toujours trouvé pour leur oxygène un nombre supérieur au tiers de l'oxygène de l'alumine. La difficulté très-grande avec laquelle on extrait ces petits fragments ne permettant pas toujours de les avoir entièrement dégagés de la roche environnante, il pourrait se faire que l'excès des bases provînt d'un mélange. Néanmoins, certaines anomalies du même genre, que j'ai constatées depuis longtemps, mais que je n'ai point encore publiées, sur les feldspaths des roches du Chimboraço, de l'Antisana, du Puracé, du volcan de l'île Bourbon, me laissent encore quelques doutes, que je me propose de lever par de nouvelles recherches sur des matières irréprochables. Dans tous les cas, si, comme il est probable, le feldspath des laves du Vésuve est un amphigène, il diffère notablement de celui de la Somma, où l'on n'a jusqu'ici signalé que des traces ou de très-petites quantités de soude : car dans le minéral de la lave de 1855 l'oxygène de la soude est à celui de la potasse comme 2,09 : 1 ; dans le minéral de la lave du Fosso-Grande, comme 8,21 : 1 ; enfin, dans les cristaux d'amphigène parfaitement terminés, rejetés par ce volcan le 22 juin 1847, et dont je dois à M. Damour l'obligeante communication, comme 1,67 : 1. »

MÉDECINE. — *Sur des cas de typhus observés à l'hôpital de Neufchâteau (Vosges) chez des soldats revenant de Crimée.* (Extrait d'une Note de M. **Garcin.**)

(Renvoi à l'examen des Commissaires nommés pour un Mémoire de M. Baudens, sur le typhus de Crimée : MM. Velpeau, J. Cloquet.)

« Dans le *Compte rendu* de la séance de l'Académie des Sciences du 2 juin courant, je viens de lire la Lettre qui vous a été adressée par M. l'in-

specteur Baudens sur le typhus de Crimée. Veuillez me permettre de vous présenter, à cette occasion, quelques observations qui ne sont peut-être pas dépourvues d'intérêt, et que j'ai eu tout récemment l'occasion de recueillir sur cette maladie, dans mon service à l'hôpital de Neufchâteau, chez des soldats du 64e régiment d'infanterie de ligne.

» Ce régiment s'est embarqué à Balaclava le 29 avril. Après une traversée non interrompue, il est arrivé à Marseille le 10 mai, puis à Villefranche le 12 au moyen du chemin de fer, et enfin, à pied, le 16, à Châlon-sur-Saône, où le débordement des eaux l'obligea à séjourner pendant quatre jours. Depuis le départ de Crimée jusqu'au 24 mai, aucun cas de typhus ne s'était déclaré; mais à dater de ce jour le colonel dut abandonner, à chaque étape, de nouveaux malades, et en arrivant à Neufchâteau l'hôpital en reçut neuf, chez qui l'on observait, à un haut degré, tous les caractères indiqués par la Lettre de M. l'inspecteur Baudens. Un dixième soldat, du 62e de ligne, qui avait fait la traversée en même temps que le 64e, avait été admis par moi dès la veille, également affecté de typhus.

» La maladie datait de un à trois jours lors de leur entrée à l'hôpital de Neufchâteau le 28 mai. On observait chez tous les symptômes suivants : stupeur, céphalalgie intense, surdité, vertiges, prostration des forces (la plupart ne pouvaient se tenir debout); pouls fréquent et dépressible, peau brûlante, soif intense, voix éteinte (à peine s'ils pouvaient parler); état saburral très-prononcé des voies digestives, plus tard langue sèche et noire, pas de gargouillements dans la fosse iliaque droite. Dans quatre cas, la maladie avait débuté par des accès de fièvre intermittente, qui se sont renouvelés deux ou trois jours de suite avec frissons, chaleur et sueurs, et dans deux autres, par un état catarrhal des voies respiratoires. Trois ont eu du délire, dont un furieux pendant quatre jours; deux, des épistaxis; et deux seulement quelques rares pétéchies; trois ont éprouvé des douleurs abdominales et du dévoiement; les autres étaient constipés.

» J'avais donné tout d'abord à cette maladie le nom de typhus, ne pouvant la rattacher à un autre genre; mais deux jours après, la dernière colonne de ce régiment arriva à Neufchâteau (sans nous laisser de malades); je priai M. le médecin aide-major de venir faire la visite avec moi, et il reconnut immédiatement le typhus de Crimée. En voyant ces militaires si gravement atteints, il me dit : « Vous serez bien heureux si vous n'en perdez que quatre ou cinq. » Ce pronostic ne s'est heureusement pas confirmé.

» Dès le premier jour je prescrivis à tous : eau de Sedlitz, à laquelle on dut revenir plusieurs fois chez la plupart des malades; application d'eau

fraîche sur la tête, incessamment renouvelée; solution de sirop de groseilles, et boissons mucilagineuses pour ceux qui étaient affectés de bronchite; lavements et cataplasmes; enfin, sinapismes et vésicatoires aux membres inférieurs, chez ceux qui avaient du délire ou un état comateux très-prononcé. Je n'ai eu recours ni aux saignées ni aux sangsues; la nature de la maladie et la dépression du pouls m'ont paru contre-indiquer ces moyens. Je pensais faire usage du sulfate de quinine, mais les purgatifs ont fait justice de l'intermittence qui s'était manifestée chez quatre malades.

» Aucun de ces militaires n'a succombé, malgré l'intensité de cette affection, ce qu'il faut attribuer surtout, je crois, à l'éloignement du foyer d'infection, à l'influence favorable de l'air natal, et aussi aux soins de tous les instants qui leur ont été prodigués par les Sœurs de notre hôpital. La convalescence a marché rapidement; du huitième au douzième jour, les yeux des malades se rouvrirent; la figure reprit de l'expression, et la parole redevint facile; puis l'appétit se prononça; enfin, aujourd'hui 13 juin, seize jours depuis l'entrée à l'hôpital, notre dernier malade a pu être levé pendant quelques heures, et j'espère pouvoir incessamment leur faire rejoindre leur régiment, en garnison à Phalsbourg. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Études sur les céréales ; par* **M. Duvivier**, de Chartres.

(Commissaires, MM. Pelouze, Payen.)

Ce Mémoire devant être l'objet d'un prochain Rapport, nous nous bornerons pour le présent à en reproduire les conclusions, que l'auteur présente dans les termes suivants :

« Il résulte des recherches exposées dans ce Mémoire que la partie extérieure de l'enveloppe des céréales est récouverte de matières grasses et de matières odorantes et azotées, dans un état particulier de combinaison, n'ayant aucun rapport avec les enduits qui se trouvent sur les feuilles et à la surface des fruits, et qui paraissent être toutes différentes de celles que contient la farine avec lesquelles elles ne doivent pas être confondues; le son ne doit donc plus être considéré comme contenant seulement des matières azotées et des quantités variables de cellulose et de farine.

» Mais il importe moins de savoir en quel état se trouvent ces matières à la surface des grains que de chercher à connaître le rôle qu'elles jouent, tant dans l'économie domestique que dans l'économie végétale des céréales. Dans l'emploi des céréales, comme base principale de la nourriture de l'homme, elles sont presque entièrement éliminées avec le son. Les ani-

maux, au contraire, les absorbent en totalité en recevant comme nourriture le son et les grains. Ces matières sont toutes assimilables : les éléments des corps gras, la chaux et le fer, sont destinés à alimenter à la fois les parties graisseuses, les os des animaux, et à donner à leur sang une vitalité normale. Elles forment sur les grains un enduit naturel, très-tenace, leur servant de préservatif en même temps qu'elles leur communiquent une odeur particulière *sui generis*. Ce sont elles qui donnent au blé sa valeur vénale; ce sont elles qui rehaussent sa couleur, qui lui donnent ce brillant, cet onctueux, connus des marchands sous les noms techniques d'*œil* et de *main*, que possèdent, au suprême degré, les qualités supérieures, et qui forment le pivot des transactions et en favorisent la vente, et, sous ce rapport, ces matières sont d'un grand intérêt. Cela est si vrai, que le blé gardé trop longtemps perd cet aspect qui le fait rechercher; il devient terne et rude au toucher par une longue dessiccation de ces matières; alors il est moins estimé. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Mémoire sur la dentition des Cétacés; par* **M. Em. Rousseau**.

Une partie considérable de ce travail est relative à la Baleine franche et à la position qu'occupent les fanons dans la bouche de ces Cétacés. L'auteur y joint comme pièces justificatives cinq Lettres écrites par des navigateurs ayant une grande expérience de la pêche de la Baleine, et dont les témoignages confirment, quant aux rapports des fanons et de la mâchoire inférieure, l'opinion soutenue par M. Rousseau, opinion qui est d'ailleurs celle des naturalistes les plus illustres, les Cuvier, les Camper, etc.

(Commissaires, MM. Duméril, Serres.)

M. Oudry adresse une description des procédés au moyen desquels il obtient les *applications électrométallurgiques* dont il avait présenté des spécimens dans la dernière séance et qu'il met de nouveau sous les yeux de l'Académie.

(Commissaires, MM. Becquerel, Pouillet, De Bonnard, Du Petit-Thouars.)

M. Lostalot-Bachoue envoie de Lembége (Basses-Pyrénées) une Note sur un *système agricole* qu'il dit avoir appliqué avec grand succès depuis dix ans et qui aurait, suivant lui, l'avantage non-seulement d'augmenter d'un

tiers environ le produit des domaines ruraux, mais encore d'écarter pour le pays le danger des inondations.

M. **Pitheki** adresse une Note sur les résultats auxquels il est arrivé en répétant des expériences de M. Fremy sur les *fluorures*.

Cette Note est renvoyée à l'examen des Commissaires désignés pour le Mémoire de M. Fremy : MM. Thenard, Chevreul et Pelouze.

M. **Poujade** présente au concours pour le prix du legs *Bréant* un Mémoire imprimé ayant pour titre : « Recherches théoriques et pratiques sur l'affection typhoïde intense, générale, dite choléra épidémique. »

(Commission du legs Bréant.)

M. **Marigny** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur la navigation aérienne.

(Commission des aérostats.)

M. **Cauchy** est adjoint à la Commission chargée d'examiner un Mémoire présenté par M. *Gomès de Souza* dans la séance précédente.

CORRESPONDANCE.

M. **Cl. Bernard** présente un Mémoire imprimé de M. *Denis*, de Commercy, ayant pour titre : « Nouvelles études chimiques, physiologiques et médicales sur les albuminoïdes qui entrent comme principes immédiats dans la composition des solides et des fluides organiques tant animaux que végétaux. »

M. Bernard donne de vive voix une idée de ce travail, qui est destiné par l'auteur au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie.

M. **Becquerel** présente au nom de M. *du Moncel* le premier volume de la seconde édition d'un ouvrage ayant pour titre : « Exposé des applications de l'électricité. »

« Dans la première édition, dit M. Becquerel, l'auteur avait omis les renseignements technologiques ayant rapport aux moyens d'exécuter et à la réalisation de certains effets particuliers aux applications. Le premier volume de la nouvelle édition est consacré à l'exposition de ces renseignements. »

M. le Secrétaire perpétuel présente, au nom de l'auteur *M. Darcy*, un exemplaire d'un ouvrage récemment publié, et ayant pour titre : *Les Fontaines publiques de la ville de Dijon*.

« Cet ouvrage, dit l'auteur dans la Lettre d'envoi, comprend à la fois l'exposition et l'application des principes à suivre et des formules à employer dans les questions de fourniture d'eau. L'utilité de semblables travaux a été depuis longtemps proclamée par l'illustre Arago, par lord Brougham ; et, à l'occasion de la fourniture d'eau de Dijon, un savant académicien, M. Chevreul, a publié une brochure, véritable cours d'hygiène à l'usage des cités populeuses. C'est sous l'autorité de ces trois noms que j'ai cru devoir entrer en matière.

» Mon ouvrage se compose d'une introduction, de quatre parties distinctes et d'un appendice. L'introduction énumère la série des questions à résoudre par l'ingénieur chargé d'une distribution d'eau.

» Dans la première partie, j'ai cru devoir analyser d'abord tous les efforts tentés à Dijon pour arriver au but proposé, dans les temps anciens : la description et l'évaluation des travaux jadis exécutés m'ont permis de faire connaître comment on entendait, à cette époque, les questions de fourniture d'eau ; j'ai rappelé accessoirement les moyens de rapporter au taux actuel les évaluations des anciens marchés.

» J'ai ensuite indiqué quelle devait être la formule générale d'où l'on pouvait déduire la quantité d'eau nécessaire à l'alimentation d'une ville, et j'ai trouvé pour l'expression de ce volume par habitant :

$$90 \text{ litres} + \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{P}}\left(\frac{2vt}{m} + le\right),$$

$\frac{\mathrm{L}}{\mathrm{P}}$ représentant le rapport du développement des rues à la population ; v le volume débité par minute et par borne-fontaine ; t la durée de l'écoulement ; m un coefficient dépendant du nombre de bornes à placer pour une longueur déterminée de ruisseaux ; l la largeur moyenne des rues ; e l'épaisseur de la lame d'eau affectée aux arrosages par jour et par mètre carré.

» La recherche de la valeur du rapport $\frac{\mathrm{L}}{\mathrm{P}}$, dans une soixantaine de villes étrangères et françaises, m'a conduit à des résultats assez curieux sur une question d'économie publique : j'ai trouvé que le rapport du développement des rues au chiffre de la population variait entre 0,40 et 2,43 ; les chiffres limites 0,40 et 2,43 s'appliquent d'une part à Paris, et de l'autre à Versailles, c'est-

à-dire à la population condensée d'une ville qui progresse et à la population restreinte d'une ville qui décroît. L'accroissement de la population et les enceintes fortifiées sont, on en comprend aisément les motifs, les conditions qui tendent le plus à affaiblir le rapport $\frac{L}{P}$, lequel, dans le plus grand nombre de cas, est à peu près égal à l'unité. La discussion de cette formule m'a conduit à trouver pour le volume qu'il est nécessaire de distribuer par habitant le nombre *cent cinquante litres par jour*.

» Je passe ensuite aux qualités que doit présenter l'eau potable, à sa nature chimique, à sa température, à son degré de limpidité. La question de température m'a fourni l'occasion de présenter des expériences que j'ai faites relativement à la permanence de température des grandes masses d'eau. Celle de la limpidité m'a engagé à étudier les procédés de filtration en usage ; je reviendrai tout à l'heure sur cette question.

» On avait songé à Dijon à alimenter la ville au moyen de puits artésiens... ; j'ai donc dû examiner avec soin les questions que la théorie de ces derniers comporte. J'ai cherché à déterminer, un puits artésien étant donné, si le volume qu'il débite pouvait être négligé en présence du produit de la nappe aquifère, ou si, par son importance, ce volume se rapprochait du produit précité; j'ai indiqué aussi les lois suivies par l'accroissement de débit d'un puits lorsqu'on abaisse son niveau de déversement, ainsi que l'influence exercée sur ce débit par l'accroissement du diamètre du forage. Le forage que l'on exécute en ce moment à Passy pour l'alimentation des bassins du bois de Boulogne donne à cette question une sorte d'actualité.

» La deuxième partie de cet ouvrage concerne les travaux exécutés à Dijon.

» La troisième renferme l'exposition et l'application des formules à employer dans les questions de distribution d'eau. Cette partie comprend de nombreuses expériences faites au moyen des conduites et des réservoirs de Dijon, et notamment des recherches ayant pour objet de déterminer l'effet de la résistance de l'air sur les jets d'eau.

» Dans la quatrième partie, j'ai présenté la solution des questions administratives et judiciaires que rencontre habituellement l'ingénieur chargé d'une distribution d'eau.

» L'appendice qui termine cet ouvrage contient plusieurs notes sur lesquelles je ne m'arrêterai point. Je dirai quelques mots seulement de la note relative au filtrage.

» La question de filtrage des eaux m'a fourni l'occasion de rechercher quelle

était la loi de l'écoulement de l'eau à travers une couche sablonneuse ; et j'ai trouvé que le débit était proportionnel à la charge et en raison inverse de l'épaisseur de la couche. Les ingénieurs anglais nient en général l'influence de la pression sur les filtres ; d'autres ingénieurs admettent qu'elle est seulement proportionnelle à la racine carrée de la pression. Je n'ai pas besoin de faire remarquer l'importance que la loi précitée expérimentée dans les plus larges limites présente en ce qui concerne la question de filtrage des eaux destinées à l'alimentation d'une grande ville. Elle est telle, que l'on peut regarder le filtrage en grand comme une opération facilement praticable. Ainsi une cuve filtrante, telle que je la décris dans mon ouvrage, et d'un rayon de 7 mètres, peut filtrer 15000 mètres cubes en vingt-quatre heures, volume nécessaire à une population de 100 000 âmes. Or, dans le système anglais où les filtres débitent seulement 4 mètres cubes par mètre carré et par vingt-quatre heures, on voit que, pour arriver au résultat ci-dessus, une superficie de terrain égale à 4000 mètres serait nécessaire.

» Je présente aussi dans cette note des considérations générales sur les sources, et je cherche à déterminer la loi que suit l'augmentation de leur produit par l'abaissement de leur niveau et celle de leur décroissement, à partir de leur étale. »

TÉLÉGRAPHIE. — **M. le Maréchal Vaillant** signale à l'attention de l'Académie un nouveau télégraphe fondé sur l'emploi des rayons solaires. Ce télégraphe, présenté aux Ministères de la Guerre et de l'Intérieur par *M. Leseurre*, fonctionnaire du service télégraphique d'Algérie, a été, par ordre des deux Ministères, étudié et expérimenté à l'Observatoire impérial, sous la direction de M. Le Verrier.

« Le succès complet des expériences permet d'affirmer que l'Algérie trouvera dans ce système un télégraphe peu coûteux, rapide, et partout apte à franchir directement les plus longues distances. Le sud de l'Algérie, qui se refuse à l'établissement des autres télégraphes, est, au contraire, parfaitement approprié à celui-ci. Les postes pourraient être situés à vingt lieues les uns des autres dans les oasis qui dominent ces plaines de sable.

» La rapidité d'installation et le peu de poids des appareils en font d'excellents télégraphes ambulants.

» Nous extrayons du Mémoire de l'auteur et du Rapport du Directeur de l'Observatoire la description et les résultats suivants :

» Le système repose sur la réflexion du soleil par un miroir plan. Trois choses

sont à considérer : 1° l'intensité de la lumière réfléchie à longue distance; 2° la facilité de direction de cette lumière vers un point donné; 3° la nature des signaux.

» L'intensité de la lumière est celle que donnerait une portion du disque solaire égale au miroir et mise à sa place.

» Le faisceau réfléchi formant un cône de 32', diamètre apparent du soleil, offre un champ assez grand pour que de petites erreurs dans l'orientation soient sans inconvénient. Pour reconnaître la direction du faisceau émergent, on place dans son intérieur une petite lunette astronomique dont l'oculaire projette, sur un écran fixé en arrière, l'image du soleil réfléchi et les fils croisés du réticule. La position relative du disque solaire projeté et du point de croisée des fils correspond à celle du faisceau par rapport à l'axe optique de la lunette. Si le point de croisée est au centre du disque, c'est que l'axe optique de la lunette occupe l'axe du cône émergent. Si ce point de croisée est sur le bord du disque, c'est que l'axe optique est voisin de la surface du cône.

» Si donc on connaît la direction de l'axe optique de la lunette d'épreuve, on jugera de la position du faisceau réfléchi. Dans ce but, la lunette d'épreuve est montée sur une plus forte lunette, à la manière des chercheurs. Les deux lunettes ont leurs axes optiques parallèles, mais regardant en sens inverse. Lorsque l'on voudra diriger l'axe optique de la lunette d'épreuve vers un point, on visera ce point avec la forte lunette. L'orientation de la lunette d'épreuve se trouvera par là même effectuée, et à la seule inspection de l'écran on verra à quel moment le point visé est enveloppé par le cône de lumière, à quel moment il en sort.

» La question de direction est tellement simplifiée par ce procédé, qu'une fois la lunette d'épreuve bien placée, le miroir peut être dirigé à la main, ou pour plus de commodité monté sur un pied et mû par deux vis tangentes.

» Dans les triangulations de l'État-Major, il suffirait d'ajouter aux instruments de chaque brigade une glace de quelques décimètres carrés pour faire des mires visibles à de très-grandes distances.

» *Vocabulaire.* — Les signaux sont composés de séries d'éclairs *brefs* ou *longs* que l'on forme en écartant pendant des temps courts ou prolongés un écran qui intercepte habituellement le faisceau réfléchi. Dans l'écriture, les éclairs brefs sont représentés par des points, et les longs par des barres, comme dans le système électrique Morse, auquel on peut emprunter, du reste, complétement son alphabet. Le soleil pourrait, sans doute, peindre

lui-même ces points et ces lignes sur un papier photographique glissant d'un mouvement uniforme au foyer d'un objectif.

» Tel qu'il vient d'être indiqué, le télégraphe solaire souffre une objection : c'est que vers le lever et le coucher du soleil, le quart de l'horizon opposé à cet astre ne peut recevoir que des éclairs très-faibles. Car la surface du miroir, qui forme alors un angle très-aigu avec les rayons réfléchis, ne présente plus qu'une surface apparente presque insensible.

» On y remédie par l'addition d'un second miroir. Cette complication apparente simplifie par le fait la manœuvre de l'appareil et présente d'importantes ressources.

» L'appareil forme alors un héliostat à deux miroirs, dont l'un, mobile, réfléchit les rayons du soleil dans la direction polaire; l'autre, fixe, reçoit ces rayons et les renvoie dans la direction voulue.

» En avant de ce second miroir est placée la lunette d'épreuve ; comme elle accuse la direction finale du faisceau émergent, elle dispense de toute précision dans l'orientation de l'arbre du premier miroir. Le seul inconvenient d'une orientation inexacte serait de forcer à recourir de temps à autre à la vis de déclinaison pour ramener le disque solaire sur le point de croisée des fils.

» La première réflexion peut être dirigée vers le pôle boréal ou vers le pôle austral ; on choisit celle des deux qui fait avec la seconde réflexion un angle aigu.

» Dans le cas d'une ligne télégraphique fixe, l'orientation de l'arbre s'obtient très-approximativement par l'observation des astres ; le reste de l'installation présente peu de difficultés. L'interrupteur est formé par une persienne métallique à lames très-minces, ajustées à tourillons dans leurs montants, de façon à pouvoir tourner toutes ensemble au moyen d'une tige qui les relie. Cette persienne, fixée sur l'arbre tournant, arrête habituellement l'arrivée des rayons solaires sur le miroir mobile. Lorsqu'on veut produire un éclair, on presse du doigt la tige. Les lames se présentent de champ au soleil qu'elles laissent pénétrer et reviennent à leur position première dès que la pression cesse. Les glaces ne sont ainsi exposées au soleil que pendant le temps très-court des éclairs.

» Une expérience faite le 30 mars 1856, à 3 heures, entre la tour de Saint-Sulpice et la tour de Montlhéry, en présence de MM. Le Verrier, directeur de l'Observatoire, Liais, astronome au même Observatoire, et Struve, astronome de l'Observatoire russe de Poulkova, a donné les résultats suivants :

» Éclairs presque éblouissants à l'œil nu, malgré les brumes de la saison. Correspondance rapide et sans aucune hésitation. Lueur sensible à l'œil nu, très-brillante à la lunette, lorsque le soleil était voilé par des nuages blancs.

» Les miroirs étaient des glaces du commerce de $0^{mq},12$, exposées depuis quatre mois à toutes les intempéries, et montées sur de grossiers appareils exécutés par un serrurier et un charpentier.

» Le télégraphe portatif pèse 8 kilogrammes, se monte sur un trépied en bois et s'oriente à l'aide d'une boussole et d'un niveau à bulle adaptés à l'appareil. Son installation prend à peine une minute. Pour simplifier, on supprime l'interrupteur que l'on remplace comme il suit : le miroir fixe est habituellement écarté de la position d'éclair par un petit ressort, on l'y amène par la pression du doigt qui le fait buter contre un arrêt fixe; suivant que la pression est courte ou prolongée, un éclair bref ou long se produit.

» Deux personnes placées en vue l'une de l'autre, à dix lieues de distance et ignorant leurs positions respectives, peuvent à l'aide de cet appareil se reconnaître, puis entrer en correspondance. La disposition de l'appareil permet, en effet, de placer verticalement l'un des axes de rotation du second miroir, en rendant horizontal l'arbre du premier. La lumière solaire, réfléchie horizontalement par le premier miroir, tombe sur le second qui, en tournant autour d'un axe vertical, couvre de lumière une zone horizontale d'un demi-degré de hauteur. On peut ainsi balayer tout l'horizon et éveiller l'attention de la personne que l'on cherche. Celle-ci reconnaît le point d'où partent les éclairs, s'oriente sur ce point, et lui envoie un éclair fixe sur lequel on peut s'orienter à son tour.

» Dans cette recherche, on est encore guidé par la lunette d'épreuve qui corrige toutes les erreurs d'une installation précipitée.

» Ce télégraphe portatif, expérimenté à l'Observatoire, en présence de M. le Ministre de la Guerre, de M. le directeur général des lignes télégraphiques et du directeur de l'Observatoire, a donné les plus heureux résultats. »

HYDRAULIQUE. — *Note sur la réserve du lac de Genève;* *par* **M. L.-L. Vallée.**

« Je n'ai pas parlé dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 9 de ce mois, d'un avantage important de la réserve du lac. Cet avantage résulterait de ce que le produit du Rhône en basses eaux serait

considérablement augmenté à Lyon, et même en aval de Lyon, ce qui donnerait au fleuve, pour s'approfondir, une grande puissance.

» La Loire, à Roanne, donne 5000 mètres par seconde en grosses eaux, et en basses eaux 5 seulement (un millième). Or, dès qu'une crue est en décroissance, les vitesses diminuent et les sables se déposent; mais vers les sources, où les déclivités sont fortes, elles continuent d'amener des alluvions qui s'accumulent de Digoin à Orléans et au-dessous, ce qui oblige à exhausser les levées et rend les malheurs de plus en plus redoutables.

» Le Rhône est plus heureux, parce que son produit à Lyon, grâce au lac tel qu'il est, se trouve en basses eaux du vingt et unième de son produit dans les grandes crues. C'est cet avantage qui serait augmenté par un approvisionnement d'eau à former dans le lac d'un milliard de mètres cubes. De là une puissance de curage immense; car elle agirait de Genève à la mer sur un parcours dont la pente totale est de 375 mètres, et pendant une durée d'environ cent jours, ce qui donnerait une force de 217,400,000 chevaux travaillant pendant vingt-quatre heures.

» On peut dire que, en peu d'années, soit qu'on eût recours à des moyens d'action qui commencent à s'employer et qui sont très-susceptibles d'être améliorés, soit qu'on abandonnât, comme aujourd'hui, la force draguante du courant à ses effets naturels, le régime du fleuve deviendrait tout autre qu'il n'est, et de beaucoup plus avantageux à la navigation et aux propriétaires de la vallée en cas d'inondations.

» Des avantages aussi manifestes ont pu malheureusement être négligés en 1840; ils doivent aujourd'hui être pris en grande considération. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les racines imaginaires de l'équation* $u - \operatorname{tang} u = \zeta$; *par* **M. J.-A. Serret.** (Addition à une Note insérée dans le *Compte rendu* de la séance du 9 juin 1856.)

« Dans une Note insérée au *Compte rendu* de la dernière séance, j'ai dit que celle des racines u de l'équation $u - z \sin u = \zeta$, qui se réduit à la constante réelle ζ pour $z = 0$, est développable en série convergente ordonnée suivant les puissances croissantes de la variable réelle ou imaginaire z, tant que le module de z reste inférieur à la racine carrée de la quantité $\frac{4y}{e^{2y} - e^{-2y}}$; e désigne la base des logarithmes népériens, et y le coefficient de $\sqrt{-1}$ dans celle des racines $x + y\sqrt{-1}$ de l'équation

$$(1) \qquad u - \operatorname{tang} u = \zeta,$$

pour laquelle la valeur de y est la plus grande. Pour l'objet que j'avais en vue, il n'était pas nécessaire de connaître le nombre total de ces racines imaginaires; mais il n'est pas sans intérêt de remarquer que l'équation (1), qui a, comme on sait, une infinité de racines réelles, n'a en outre que deux racines imaginaires, lesquelles sont conjuguées l'une de l'autre et se réduisent à zéro pour $\zeta = 0$.

» En mettant $x + y\sqrt{-1}$ au lieu de u, l'équation (1) se décompose dans les deux suivantes :

$$(2)\qquad \frac{\sin 2x}{x-\zeta} = \frac{e^{2y}-e^{-2y}}{2y} = \cos 2x + \frac{e^{2y}+e^{-2y}}{2};$$

supposons ζ variable, et considérons y et ζ comme des fonctions de la variable indépendante x; on obtiendra aisément les valeurs suivantes :

$$(3)\qquad \frac{d\zeta}{dx} = \frac{2V'^2}{VV''},\qquad \frac{dy}{dx} = \frac{2\sin 2x}{yV''},$$

en posant, pour abréger,

$$V = \frac{e^{2y}-e^{-2y}}{2\times 2y} = 1 + \frac{(2y)^2}{1.2.3} + \frac{(2y)^4}{1.2\ldots 5} + \ldots,$$

et en désignant par V' et V'' les dérivées $\frac{dV}{dy}$ et $\frac{d^2V}{dy^2}$.

» Pour chaque valeur réelle de x, l'équation

$$(4)\qquad \cos 2x = \frac{e^{2y}-e^{-2y}}{2y} - \frac{e^{2y}+e^{-2y}}{2}$$

donne deux valeurs réelles de y égales et de signes contraires; mais nous considérons seulement la valeur positive.

» La valeur de ζ reste finie tant que la variable x n'est pas infinie, et la dérivée $\frac{d\zeta}{dx}$ n'est jamais négative; il s'ensuit que ζ est une fonction constamment croissante de x; ce qui montre que l'équation (1) ne peut avoir qu'un seul couple $x \pm y\sqrt{-1}$ de racines imaginaires.

» La formule (2) montre que x et ζ se réduisent en même temps à 0, $\frac{\pi}{2}$, π, $\frac{3\pi}{2}$, 2π, etc.; si x et ζ croissent de 0 à $\frac{\pi}{2}$, $\frac{dy}{dx}$ est constamment positive, et y croît depuis zéro jusqu'à sa valeur maxima, qui est 1,1996...; si x et ζ croissent de $\frac{\pi}{2}$ à π, $\frac{dy}{dx}$ devient négative, et y décroît de 1,1996... à zéro; les mêmes variations se reproduisent périodiquement. Il suit de là que l'é-

quation (1) a effectivement un couple $x \pm y\sqrt{-1}$ de racines imaginaires; toutefois la partie imaginaire s'évanouit, lorsque ζ devient égal à zéro ou à un multiple de π. »

ANALYSE ALGÉBRIQUE. — *Note à l'occasion d'un théorème de* M. Serret; *par* **M. E. Catalan.**

« La Note très-intéressante de M. Serret, communiquée à l'Académie dans la dernière séance, m'a paru susceptible de deux simplifications auxquelles l'auteur n'a peut-être pas songé, et que je vais indiquer en peu de mots.

» M. Serret prouve que le rayon vecteur, l'anomalie excentrique et l'anomalie vraie sont développables suivant les puissances de l'excentricité, toutes les fois qu'une certaine variable y ne surpasse pas la racine positive de l'équation

$$Y = 1 - \frac{y^2}{1.2} - \frac{3y^4}{1.2.3.4} - \ldots = 0.$$

» Pour trouver le maximum μ de l'excentricité, M. Serret substitue la valeur approchée de cette racine, dans l'équation

$$\mu^2 = (\text{mod. } z)^2 = \frac{4y}{e^{2y} - e^{-2y}}.$$

Or, 1° l'équation $Y = 0$ équivaut à $\cos^2 x = 0$, c'est-à-dire à l'équation

$$(A) \qquad e^{2y} + 1 - (e^{2y} - 1)y = 0,$$

ou encore à celle-ci :

$$(B) \qquad 2y - l\frac{y+1}{y-1} = 0.$$

» 2°. De

$$\mu^2 = \frac{1}{\frac{1}{2}\left[\cos 2x + \frac{e^{2y} + e^{-2y}}{2}\right]}$$

on tire, à cause de $\cos^2 x = 0$,

$$\mu = \frac{2}{e^y - e^{-y}};$$

puis, au moyen de l'équation (A),

$$(C) \qquad \mu = \sqrt{y^2 - 1}.$$

» Conséquemment, quand on aura calculé la racine positive de l'équation (B), la formule (C) donnera le maximum μ de l'excentricité.

» Le calcul de y devient très-rapide si l'on remplace les logarithmes népériens par des logarithmes vulgaires : on obtient

$$y = 1,199678\ldots,$$

et, par suite,

$$\mu = 0,662742\ldots.$$

PHYSIOLOGIE. — *Étude de l'œil sur le vivant; Note de* M. WALLER.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une description très-succincte d'un procédé qui permet d'observer sur l'œil de l'animal vivant les images des objets lumineux qui se forment sur le fond du globe oculaire, et d'examiner dans les vaisseaux de l'iris, du corps et des procès ciliaires et dans la choroïde, la circulation du sang sous le microscope.

» Pour observer les images du fond de l'œil, je produis l'*exophthalmose* artificielle du globe de l'œil, ce qui se pratique aisément sur le lapin, le cochon d'Inde et le surmulot, en écartant fortement les paupières. Sur l'œil luxé, en présentant obliquement devant lui un objet lumineux, on aperçoit aisément, à travers la sclérotique, son image renversée dont les mouvements en sens opposé correspondent à ceux de l'objet extérieur. On reproduit à volonté sur le même animal cette expérience, qu'il est facile de varier de différentes manières pour apprécier les effets de l'éloignement sur l'intensité lumineuse de l'objet.

» En maintenant l'œil dans un état immobile, il est très-adapté pour toutes les expériences physico-physiologiques sur ces images.

» Pour observer la circulation du sang sous le microscope dans les vaisseaux de l'œil, le surmulot convient beaucoup mieux que le lapin et le cochon-d'Inde, à cause de la grande transparence de la sclérotique et de la forte convexité de l'iris. Sur cet animal, j'ai pu employer jusqu'à des grossissements de 400 diamètres pour observer l'état des vaisseaux. Les procès ciliaires qui se distinguent depuis leur origine près de l'*ora serrata* jusqu'à leur extrémité antérieure, et dont l'ensemble forme une enceinte circulaire autour de l'iris, la circulation du sang, si active dans les conduits vasculaires afférents et efférents de l'iris contenu dans cette enceinte, le jeu alternatif de la pupille, et les changements qui se produisent dans la forme des vaisseaux, constituent dans leur ensemble un des plus beaux objets de la microscopie; en même temps, l'importance scientifique et pratique de

l'étude de l'organe de la vue excusera peut-être l'empressement avec lequel j'ai envoyé cette courte Note à l'Académie.

» A une époque très-prochaine je communiquerai dans un Mémoire plus détaillé les résultats que j'ai obtenus sur la circulation dans les canaux veineux et artériels dans l'iris depuis son bord pupillaire jusqu'à sa grande circonférence; sur l'état de ces vaisseaux suivant la constriction et la dilatation de la pupille; sur les canaux veineux et artériels du corps ciliaire et de la membrane choroïde. »

PHYSIQUE. — *Note sur la construction du baromètre et l'ébullition du mercure dans le vide; par* **M. TAUPENOT.**

« Pour bien purger d'air un tube barométrique, il faut que le mercure soit maintenu en ébullition pendant quelques minutes sur toute la longueur du tube. Dans la méthode ordinaire, décrite aujourd'hui encore dans tous les traités de physique, on recommande avec raison de fractionner l'opération en trois parties. On fait bouillir un premier tiers, puis un second, et l'on remplit avec du mercure bouilli. L'opération est longue, et il y a un inconvénient à ne pas faire bouillir le dernier tiers comme les deux autres. La couche d'air, adhérente au verre, peut donner des bulles qui, après quelque temps, par suite des secousses imprimées à l'instrument, arrivent jusque dans la chambre barométrique. En outre, l'ébullition du premier et du second tiers demande assez de précaution pour peu que le verre soit épais et d'un faible diamètre intérieur. La haute température à laquelle il faut porter le verre, les fortes oscillations de la colonne mercurielle qui passe sur des parties ou plus chaudes ou plus froides, déterminent souvent la rupture du tube. Les éprouvettes de machine pneumatique présentent surtout de grandes difficultés sous ce rapport.

» Tous ces inconvénients disparaissent, ou sont au moins grandement diminués, si l'on fait le vide sur le mercure pendant l'ébullition. Avec cette précaution, il n'est plus besoin de scinder l'opération en trois parties : on peut remplir entièrement le tube, et si l'on veut faire bouillir jusqu'à l'orifice même, ce qui est une bonne précaution et n'allonge que très-peu l'opération, on prend un tube ayant 10 à 15 centimètres en plus de la longueur habituelle; on le façonne à la lampe si cela est nécessaire, par exemple si on le destine à une cuvette de Fortin, et l'on pratique un ou deux étranglements dans la partie supplémentaire de 10 à 15 centimètres, qui doit être coupée plus tard. Cette précaution, qui n'est pas d'ailleurs indispensable, a pour but de gêner les oscillations du mercure quand on arrive à faire bouillir les portions supérieures.

» Ayant rempli le tube jusqu'au premier étranglement, c'est-à-dire un peu au-dessus de l'endroit où il doit être coupé, on adapte à l'extrémité ouverte un tube de caoutchouc communiquant avec la machine pneumatique. Le tube plein de mercure étant d'ailleurs disposé, comme à l'ordinaire, sur une grille inclinée, on fait le vide et l'on chauffe la partie inférieure du tube. L'ébullition se produit promptement, presque sans oscillations ni soubresauts, et on la conduit de proche en proche avec une telle facilité, qu'en moins de vingt-cinq minutes l'opération est complétement terminée.

» On gagne aussi à cette manière d'opérer d'être moins exposé à oxyder le mercure. Il est bon de prévoir qu'en cas de rupture du tube tout le mercure qui serait au-dessus de la rupture serait porté jusque sous les pistons de la machine. Quoique les chances d'accidents soient beaucoup moindres que dans la méthode ordinaire, puisque l'on n'a pas besoin d'une température aussi élevée, et que les soubresauts sont à peine sensibles, il est bon cependant de prendre une précaution très-simple qui consiste à placer vers le milieu du tube de caoutchouc, supposé coupé en deux parties, un tube cylindrique de verre un peu gros et étiré aux deux bouts, comme, par exemple, une pipette maintenue verticalement. Le caoutchouc venant du tube barométrique est ajusté à la partie inférieure et celui de la machine pneumatique à la partie supérieure de cette pipette. Le mercure, s'il était refoulé, arriverait dans le tube, où il se logerait, et serait traversé par l'air, comme cela arrive dans les tubes ordinaires de sûreté.

» La raréfaction de l'air au-dessus du mercure donnant réellement de grandes facilités pour la construction du baromètre, il devenait intéressant de déterminer à quelle température se produit alors l'ébullition : pour cela, on a employé un appareil simple consistant en un long tube de verre, fermé d'un bout et assez effilé à l'autre, pour y pouvoir adapter un tube de caoutchouc. Ce tube de verre était assez large pour contenir deux thermomètres disposés en sens contraire, c'est-à-dire de manière que le réservoir de l'un reposait au fond, tandis que celui de l'autre était à l'opposé. Ayant versé un peu de mercure pour recouvrir le réservoir du premier thermomètre, on a fait le vide, puis produit l'ébullition du mercure jusqu'à ce que les thermomètres fussent devenus stationnaires. Correction faite de l'indication du premier thermomètre, il est résulté pour la température de l'ébullition du mercure sous la pression de 8 à 10 millimètres une différence de 90 degrés environ avec la température de l'ébullition à l'air libre. Ce résultat est assez conforme à ce qu'indiquait par avance la loi de Dalton, bien que cette loi ne soit pas exacte quand on s'écarte beaucoup des températures d'ébullition à l'air libre. »

MM. **Guérin** et **Eug. Robert**, en adressant un exemplaire d'un ouvrage qu'ils ont publié en commun, sous le titre de « Guide de l'éleveur de vers à soie », appellent l'attention de l'Académie sur les efforts qu'ils n'ont cessé de faire depuis plusieurs années pour répandre parmi les petits éducateurs, c'est-à-dire parmi les hommes qui produisent les neuf dixièmes de la soie récoltée en France, les connaissances qui doivent rendre plus profitable pour eux ce genre d'industrie.

« C'est dans ce but que nous avons publié un Manuel dont le prix fût accessible au moindre paysan ; et la même idée a présidé à la fixation du prix du thermomètre guide des magnaniers, qui deviendra ainsi, nous l'espérons, un instrument populaire. Ayant remarqué surtout que les gens des campagnes attachaient peu d'importance à un changement de température de deux ou trois degrés, parce que, dans les thermomètres ordinaires, chaque degré est à peine visible, nous avons imaginé d'en faire construire un, spécialement destiné aux petits éducateurs, et ne marquant que les températures qu'ils ont besoin de bien connaître pour conduire sûrement leurs vers à soie, ce qui a permis d'avoir des degrés de près d'un centimètre de longueur. Au moyen de ces grandes divisions, le magnanier verra toujours, même à distance, s'il doit chauffer ou raffraîchir son atelier, et une instruction imprimée, placée sur la tablette de son thermomètre, lui rappellera constamment ce qu'il a à faire pour bien conduire son éducation. Avec ce petit livre et ce thermomètre, tout agriculteur, dans quelque condition qu'il se trouve, pourra conduire une éducation de vers à soie, et la mener à bien, s'il suit les conseils qui lui sont donnés, et s'il imite ainsi la pratique simple et facile au moyen de laquelle nous faisons constamment réussir les éducations chez les agriculteurs que nous pouvons visiter. »

M. **Tricaud**, qui avait soumis au jugement de l'Académie un Mémoire sur un *moteur à air comprimé et dilaté par la vapeur,* demande que la Commission qui a été chargée de l'examen de ce Mémoire veuille bien attendre, pour présenter son Rapport sur cette invention, des éclaircissements importants qu'il lui fera très-prochainement parvenir.

(Renvoi à la Commission nommée, Commission qui se compose de MM. Morin, Combes et Séguier.)

M. **Ritz** adresse de Düren, près d'Aix-la-Chapelle, une nouvelle Lettre relative à son Mémoire sur la direction des aérostats par le moyen de l'hélice.

(Renvoi à l'examen de la Commission des aérostats, Commission qui se compose de MM. Poncelet, Piobert, Séguier.)

M. Leveau renouvelle une demande qu'il avait déjà adressée en annonçant des expériences destinées, suivant lui, à jeter du jour sur les causes du *choléra-morbus*. Il avait exprimé le désir qu'à la Section de Médecine, Commission commune pour prendre connaissance de toutes les communications relatives au prix Bréant, on adjoignît, pour juger ses expériences, un Membre de la Section de Physique. Il n'avait pas été donné suite à cette demande, l'Académie laissant à la Section le soin de demander l'adjonction d'un nouveau Membre si elle le jugeait utile. Toutefois, à l'occasion de la nouvelle demande, qui indique la nature des expériences projetées, M. Serres ayant déclaré que le concours d'un physicien lui paraîtrait en effet désirable, M. Babinet est invité à s'adjoindre à la Section de Médecine pour l'examen des expériences de M. Leveau.

M. Landois annonce l'intention de soumettre au jugement de l'Académie une découverte relative aux *causes de la coloration des corps*, et à la nature du principe colorant.

Si M. Landois adresse une exposition suffisamment détaillée des observations qui l'ont conduit à la découverte annoncée, sa Note sera renvoyée, s'il y a lieu, à l'examen d'une Commission.

M. du Margat demande quelles sont les formalités à suivre pour le dépôt d'un paquet cacheté.

On fera savoir à l'auteur de la Lettre que la seule condition à remplir consiste à apposer sa signature sur l'enveloppe du paquet cacheté, qu'il fera parvenir, de la manière qui lui semblera la plus sûre, au Secrétariat de l'Institut.

M. Schrœder adresse une Lettre relative à ses précédentes communications sur l'état intérieur du globe terrestre, et prie l'Académie de vouloir bien lui faire savoir si ces communications ont été jugées de nature à être soumises à l'examen d'une Commission.

(Renvoi à M. Liouville, qui a été consulté par l'Académie sur cette question.)

Un réfugié polonais, dont la signature n'a pu être lue, présente des considérations sur les corps célestes, et sur les changements auxquels on peut les supposer soumis dans la suite des temps.

La séance est levée à 5 heures et demie. E. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 9 juin 1856, les ouvrages dont voici les titres :

Nouvelles études chimiques, physiologiques et médicales sur les albuminoïdes, qui entrent comme principes immédiats dans la composition des solides et des fluides organiques, tant animaux que végétaux; par M. P.-S. DENIS (de Commercy). Paris, 1856; in-8°. (Présenté au nom de l'auteur par M. CLAUDE BERNARD et destiné au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Essai sur l'emploi médical et hygiénique des bains; par M. E. OSSIAN HENRY. Paris, 1855; in-4°.

Note sur la composition de certains dépôts qu'abandonnent les eaux minérales de Luxeuil; par le même. Paris, 1856; br. in-8°.

Monographie de la famille des Balistides; par M. HOLLARD (suite et fin); br. in-8°.

Notice biographique sur Edouard Adam; par M. J. GIRARDIN; 2e édition. Rouen, 1856; br. in-8°.

Discours prononcé aux obsèques de M. Amussat, le 16 mai 1856; par M. le baron H. LARREY, *au nom de l'Académie impériale de Médecine.* Paris, 1856; br. in-8°.

Nouveau Manuel simplifié de photographie sur plaque, verre et papier, albumine et collodion, suivi d'un petit Traité sur les instruments d'optique appliqués à la photographie; par M. ED. DE LATREILLE; nouvelle édition. Paris, 1856; in-18°.

Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne. Séance publique tenue à Châlons, le 29 août 1855. Travaux divers de 1855. Rapport sur les travaux du congrès des délégués des Sociétés savantes de France (session de 1856). Année 1855. Châlons, 1856; in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil central d'hygiène publique et de salubrité du département de la Loire-Inférieure, pendant l'année 1854. Nantes, 1855; br. in-8°.

Société d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers. Séance publique du 14 mai 1856. Poitiers, 1856; br. in-8°.

Flora batava; 179e livraison.

Academia Lugduno-Batava. Annales academici. Année 1851-1852; in-4°.

Almanaque... *Almanach nautique pour 1857, calculé par ordre de S. M. à l'observatoire de la marine de la ville de San Fernando.* Cadix, 1856; in-8°.

Nuovo... *Nouveau remède antiscorbutique; par* M. GRIMELLI. Modène, 1856; br. in-8°.

Lettere... *Lettres sur un moyen prophylactique contre le choléra; par* le même; br. in-8°.

Calore... *Chaleur et froid appliqués à la guérison du choléra; par* le même; br. in-8°.

Il mal di mare... *Le mal de mer; par* le même; br. in-8°.

Abhandlungen... *Mémoires de la Société Royale des Sciences de Göttingue;* t. VI, 1853-1855; in-4°.

Über die... *Sur les changements de formes produits par les mouvements moléculaires dans les corps inorganiques; par* M. J.-F.-L. HAUSMANN. Göttingue, 1856; in-4°.

Über die... *Sur la duplicité anormale des organes de l'axe; par* M. B. SCHULTZE. Berlin, 1855; br. in-8°.

Über die... *Sur la genèse des monstres doubles; par* le même. Berlin, 1856; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 16 juin 1856, les ouvrages dont voici les titres :

Les Fontaines publiques de la ville de Dijon. Exposition et application des principes à suivre et des formules à employer dans les questions de distribution d'eau; ouvrage terminé par un appendice relatif aux fournitures d'eau de plusieurs villes, au filtrage des eaux et à la fabrication des tuyaux de fonte, de plomb, de tôle et de bitume; par M. HENRY DARCY. Paris, 1856; 1 vol. in-4°, avec Atlas in-fol. oblong.

Exposé des applications de l'électricité; par M. le vicomte TH. DU MONCEL; t. Ier : *Notions technologiques;* 2e édition. Paris, 1856; in-8°.

Mémoire sur la maladie de la vigne; par M. MARÈS. Paris, 1856; broch. in-8°.

Du progrès en thérapeutique par l'homœopathie; deuxième Lettre adressée en réponse au Dr Perry; par le Dr AUDOUIT. Paris, 1856; br. in-8°.

Moyens de libérer les céréales et la pomme de terre de l'impôt en nature prélevé sur elles par l'industrie; par MM. THIBIERGE et Dr REMILLY (de Versailles); br. in-8°.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE IMPÉRIAL DE PARIS. — AVRIL 1856.

JOURS du mois.	9 HEURES DU MATIN. Temps vrai.			MIDI. Temps vrai.			3 HEURES DU SOIR. Temps vrai.			6 HEURES DU SOIR. Temps vrai.			9 HEURES DU SOIR. Temps vrai.			MINUIT. Temps vrai.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL A MIDI.	VENTS A MIDI.
	BAROM. à 0°.	THERM. extér. fixe et corrig.	THERMOMÈTRE tournant.	BAROM. à 0°.	THERM. extér. fixe et corrig.	THERMOMÈTRE tournant.	BAROM. à 0°.	THERM. extér. fixe et corrig.	THERMOMÈTRE tournant.	BAROM. à 0°.	THERM. extér. fixe et corrig.	THERMOMÈTRE tournant.	BAROM. à 0°.	THERM. extér. fixe et corrig.	THERMOMÈTRE tournant.	BAROM à 0°.	THERM. extér. fixe et corrig.	THERMOMÈTRE tournant.	MAXIMA.	MINIMA.		
1	757,96	9,2	9,3	757,11	15,5	15,4	755,33	16,7					754,22	11,3	11,4	753,88	8,2	8,1	16,9	— 0,2	Beau; vapeurs..............	E. S. E. faible.
2	752,78	11,6	11,5	752,19	16,1	16,3	752,01	17,7	17,1	753,62	13,9	13,8	755,04	11,1	11,6	756,22	9,7	10,3	18,3	4,2	Nuageux..................	S. E. faible.
3	759,12	11,9	11,7	758,56	14,2	14,3	757,19	15,6	15,6	756,35	14,6	14,6	755,90	12,5	12,8	754,95	11,9	12,2	15,8	6,7	Très-nuageux..............	S. S. O. faible.
4	753,30	10,8	*10,6	754,31	13,5	13,8	753,81	13,9	14,1	753,80	13,3	13,3	753,67	11,7	11,8	752,88	10,2	10,1	14,5	4,5	Nuageux..................	O. S. O. faible.
5	749,85	11,2	10,6	748,27	13,3		746,46	13,9	13,8	745,50	9,3	*8,6	745,16	8,0	7,9	744,52	7,0	6,7	14,5	7,4	Beau; quelques cumulus......	S.S.O. ass. fort.
6	742,80	8,9	8,8	743,01	11,4	11,6	742,88	8,6	*8,5	742,91	7,4	7,3	743,69	6,0	5,9	744,00	5,5	5,6	11,7	5,2	Nuageux; soleil............	S. O. assez fort.
7	747,17	9,2	8,9	747,77	11,4	11,2	748,42	12,3	12,4	748,69	10,6	10,4	748,46	8,0	8,8	747,49	7,6	8,3	12,4	4,4	Nuag.; large éclaircie au zénith.	O. faible.
8	743,43	11,1	11,4	742,12	11,7	*11,9	740,65	10,2	*10,2	739,33	10,0	10,0	742,91	8,0	7,9	744,26	6,4	6,3	13,8	6,6	Couvert; pluie.............	S. assez fort.
9	746,24	8,5	8,5	745,65	12,5	12,6	745,32	11,4	11,3	745,44	8,2	*8,2	745,18	8,3	8,6	743,97	8,8	9,1	13,9	3,6	Couvert; quelques éclaircies..	S. S. O. fort.
10	742,16	11,7	11,7	742,78	13,7	*13,5	744,68	14,6	*14,2	746,74	13,6	13,6	748,89	10,9	10,9	750,35	10,0	10,1	15,4	7,5	Pluie.....................	O. S. O. fort.
11	753,47	12,5	12,6	753,39	13,8	13,8	752,51	16,1	15,9	751,74	13,7	13,9	750,73	12,1	12,1	748,95	11,5	11,8	16,5	7,8	Couvert; quelques éclaircies..	S. faible.
12	748,41	14,7	15,0	749,60	17,0	17,3	749,29	18,0	18,1	749,21	16,0		749,06	13,1	14,0	749,18	12,3	*12,2	18,6	11,2	Nuageux..................	S. O. ass. fort.
13	(1)749,31	13,3		(2)749,78	16,8		749,26	15,4		(3)748,57	14,0	14,5	748,98	13,5	*13,8	748,16	12,1	12,4	16,9	11,5	Couvert..................	S. S. E. faible.
14	744,70	10,3	*10,7	744,15	13,5	13,7	744,14	14,5	14,6	745,16	13,5	13,8	744,94	12,3	12,4	744,85	11,5	11,6	14,9	10,3	Couvert..................	N. E. faible.
15	746,41	12,3	11,9	747,21	13,5	13,4	748,18	10,4		749,83	9,5	*9,3	751,23	10,1	10,1	751,99	9,1	9,4	13,9	8,3	Couvert	S. E. faible.
16	754,15	4,6	5,1	754,31	7,1	7,6	754,04	9,2	9,6	753,89	10,0	10,3	754,88	7,7	8,1	755,35	5,8	6,1	10,2	3,6	Couvert..................	N. fort.
17	755,96	8,2	8,4	755,51	11,3	11,5	755,19	12,7	13,0	755,15	12,5		756,44	8,6	8,9	756,65	6,6	6,7	13,6	3,6	Beau; cumulus.............	N. N. E. fort.
18	757,84	7,6	7,8	757,63	8,8	8,9	756,85	10,4	9,9	756,72	7,9	8,0	757,12	6,2	6,1	757,16	5,8	5,9	10,6	3,8	Beau; vapeurs..............	N.N.E.ass. fort.
19	758,39	6,5	6,7	758,72	10,1		758,53	11,6	11,2	758,90	11,4	11,4	760,14	8,8	8,9	760,93	5,8	5,9	12,4	4,4	Couvert..................	N. assez fort.
20	762,26	8,3	8,6	761,79	11,7	11,6	760,73	12,9	12,9	760,37	12,1	11,9	761,07	8,4	8,5	761,12	5,6	5,9	13,2	2,8	Beau; vapeurs..............	N. assez fort.
21	760,17	10,3	9,8	759,18	12,3	12,5	757,57	13,3	13,5	757,39	11,8	11,7	757,29	8,6	9,1	756,68	8,0	7,6	13,6	3,3	Beau; quelques cumulus......	N. E. fort
22	755,01	10,6	10,7	754,01	12,9	13,1	753,33	13,3	13,2	753,05	11,6	11,6	753,45	9,6	9,6	753,33	7,0	7,1	13,9	5,9	Vapeurs et cumulus.........	N. E. ass. fort.
23	753,31	10,0	10,4	752,90	14,5	14,4	752,51	16,5	16,3	752,55	16,1	16,1	753,78	12,1		754,14	11,0		16,9	4,2	Beau; vapeurs..............	N. O. ass. fort.
24	754,29	13,7		753,35	18,2		752,07	20,3		751,34	18,2		751,71	15,2		751,35	12,3		21,4	7,9	Très-vaporeux; soleil.......	E. N. E. faible.
25	750,33	17,8		749,19	19,8		747,88	21,3		746,88	19,5		748,33	13,5		749,23	11,9		21,9	9,2	Beau......................	S. faible.
26	749,29	14,7		747,90	17,8		745,90	18,9		(4)745,02	13,2		744,25	11,4		743,72	12,1		19,6	8,5	Très-nuageux..............	S. E. ass. fort.
27	744,96	13,7		(5)744,45	15,8		(6)743,56	17,5		743,24	15,2		743,55	12,1		743,51	11,7		17,9	9,6	Eclaircies................	O. S. O. fort.
28	(7)744,26	10,8		744,00	12,3		743,24	14,1		743,97	11,5		744,25	10,0		744,56	7,8		14,6	7,6	Couvert..................	N.N.O. as. faib.
29	746,64	9,2		746,82	11,5		747,74	12,1		748,10	11,2		748,24	9,9		750,00	5,8		12,4	4,5	Cumulus; quelques éclaircies.	N. N. O. faible.
30	750,66	12,3		750,55	12,8		749,71	13,4		750,15	10,0		749,91	8,4		748,58	8,0		14,3	2,8	Beau; quelques nuages.......	O. S. O. faible.

(1) Observation faite à 9h 22m. (2) Observation faite à midi 12m. (3) Observation faite à 6h 25m. (4) Observation faite à 6h 10m. (5) Observation faite à midi 27m.
(6) Observation faite à 3h 10m. (7) Observation faite à 9h 30m.

Quantité de pluie en millimètres tombée pendant le mois. { Cour...... 58mm,50 / Terrasse... 50mm,78 }

Nota. Les astérisques placés dans la colonne du thermomètre tournant indiquent que ce thermomètre, qui n'est, jusqu'à nouvel ordre, qu'un thermomètre d'essai, était mouillé par la pluie.